



SKRIPSI – ME 141501

**Studi Eksperimen Pengaruh Variabel Tekanan Injeksi Terhadap Performa
Mesin Satu Silinder Dengan Menggunakan Biodiesel Kemiri**

Muhammad Dolimora Martadho L. Tobing
04211340000069

Dosen Pembimbing :

Ir. Aguk Zuhdi Muhammad Fathallah, M.Eng, Ph.D

Beny Cahyono, S.T. M.T., Ph.D.

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**



SKRIPSI – ME 141501

**Experimental Study of Effect of Variable Injection Pressure on Preformance of
Single Cylinder Diesel Engine Using Biodiesel Candlenut**

Muhammad Dolimora Martadho L. Tobing

04211340000069

Supervisors :

Ir. Aguk Zuhdi Muhammad Fathallah, M.Eng, Ph.D

Beny Cahyono, S.T. M.T., Ph.D.

MARINE ENGINEERING DEPARTMENT

FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2018

LEMBAR PENGESAHAN

Studi Eksperimen Pengaruh Variabel Tekanan Injeksi Terhadap Performa Mesin Satu Silinder Dengan Menggunakan Biodiesel Kemiri

Skripsi

Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan
memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

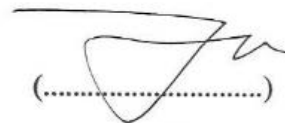
Bidang Studi Marine Power Plant (MPP)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem
Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Oleh:

Muhammad Dolimora M. L. Tobing
NRP. 04211340000069

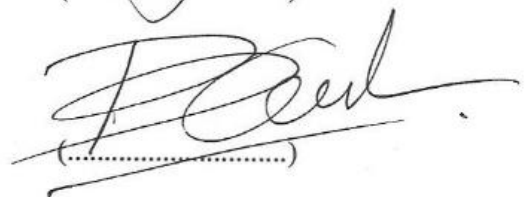
Disetujui oleh Dosen Pemimbing Skripsi :

Ir. Aguk Zuhdi Muhammad Fathallah, M.Eng. Ph.D
NIP: 1956 0519 1986 10 1001

Beny Cahyono, ST. MT., Ph.D.
NIP: 1979 0319 2008 01 1008



(.....)



(.....)

Surabaya
Juli, 2018

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

Studi Eksperimen Pengaruh Variabel Tekanan Injeksi Terhadap Performa Mesin Satu Silinder Dengan Menggunakan Biodiesel Kemiri

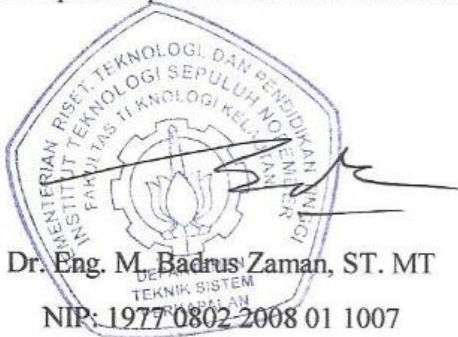
Skripsi

Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan
memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Studi Marine Power Plant (MPP)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Oleh:

Muhammad Dolimora M. L. Tobing
NRP. 0421134000069

Disetujui oleh Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan :



Dr. Eng. M. Badrus Zaman, ST. MT
NIP: 1977 0802 2008 01 1007

Surabaya

Juli, 2018

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

Studi Eksperimen Pengaruh Variabel Tekanan Injeksi Terhadap Performa Mesin Satu Silinder Dengan Menggunakan Biodiesel Kemiri

Nama Mahasiswa : Muhammad Dolimora M. L .Tobing
NRP : 04211340000069
Departemen : T. Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : - Ir. Aguk Zuhdi Muhammad Fathallah, M.Eng, Ph.D
- Beny Cahyono, S.T. M.T., Ph.D.

Abstrak

Peningkatan performa pada diesel engine masih tetap berlanjut hingga sekarang. Salah satu metode pengembangan adalah dengan memodifikasi tekanan injeksi bahan bakar. Penelitian ini memvariasikan tekanan injektor dari 150, 200 dan 250 bar pada single silinder diesel engine. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Cara yang dapat digunakan untuk merubah tekanan injektor adalah dengan mengganti adjusting shim pada injektor. Pada penelitian ini difokuskan untuk mengetahui dampak tekanan injeksi pada performa motor diesel dengan menggunakan bahan bakar HSD Pertamina dan Biodiesel kemiri (B20). Pengujian menggunakan motor diesel Yanmar TF85 menggunakan dua jenis bahan bakar (HSD Pertamina dan Biodiesel kemiri (B20)), dan tiga tekanan injeksi (150 Bar, 200 Bar, dan 250 Bar). Hasil uji performa dapat disimpulkan tekanan injeksi semakin besar maka daya yang didapat juga semakin besar. Penggunaan bahan bakar Biodiesel Kemiri (B20) memiliki hasil performa yang lebih baik dibanding penggunaan bahan bakar HSD Pertamina pada tiap tekanan injeksi. Selain itu nilai SFOC yang didapatkan menggunakan bahan bakar biodiesel kemiri (B20) lebih baik dibanding menggunakan bahan bakar HSD Pertamina pada tekanan 200 bar.

Keywords : Biodiesel, Minyak Kemiri, Motor Diesel, Tekanan Injeksi, Performa

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

Experimental Study of Effect of Variable Injection Pressure on Performance of Single Cylinder Diesel Engine Using Biodiesel Candlenut

Student Name : Muhammad Dolimora M. L .Tobing
NRP : 04211340000069
Departement : T. Sistem Perkapalan
Academic Supervisor : - Ir. Aguk Zuhdi Muhammad Fathallah, M.Eng, Ph.D
- Beny Cahyono, S.T. M.T., Ph.D.

Abstract

Performance improvements in the diesel engine still continue today. One method of development is to modify the fuel injection pressure. This study varied the injector pressure from 150, 200 and 250 bar on a single cylinder diesel engine. The method used in this study is the experimental method. The method that can be used to change the injector pressure is to replace adjusting shim on the injector. In this study focused on knowing the impact of injection pressure on diesel motor performance using Pertamina's HSD fuel and Candlenut Biodiesel (B20). Tests using Yanmar TF85 diesel motor used two types of fuel (Pertamina HSD and Candlenut Biodiesel (B20)), and three injection pressures (150 Bar, 200 Bar, and 250 Bar). The results of the performance test can be concluded that the injection pressure is greater, the greater the power obtained. The use of Candlenut Biodiesel (B20) has better performance results compared to the use of Pertamina's HSD fuel at each injection pressure. Besides that the SFOC value obtained using Candlenut biodiesel (B20) is better than using Pertamina's HSD fuel at 200 bar pressure.

Keywords : *Biodiesel, Candlenut Oil, Diesel Engine, Injection Pressure, Performance test*

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang karena rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Studi Eksperimen Pengaruh Variabel Tekanan Injeksi Terhadap Performa Mesin Satu Silinder Dengan Menggunakan Biodiesel Kemiri”**. Tak lupa Shalawat serta salam kita sanjungkan kepada Nabi besar Muhammad SAW yang telah membawa kita ke luar dari zaman kegelapan menuju zaman terang benderang saat ini. Semoga kita diberikan syafaatnya pada yaumul akhir nanti.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan dalam penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan doa berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Bapak Ir. Aguk Zuhdi Muhammad Fathallah, M.Eng, Ph.D selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan semangat, arahan, masukan, dan ilmu kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Beny Cayono, S.T. M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan semangat, arahan, masukan dan ilmue kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Eng. M. Badrus Zaman, ST. MT selaku Ketua Departemen Teknik Sistem Perkapalan dan Dosen Wali Penulis.
4. Bapak Nur selaku teknisi Laboratorium Marine Power Plant yang telah membantu penulis dalam persiapan pra eksperimen hingga eksperimen selesai.
5. Bapak Mhd. Andrimora P. Tobing, Ibu Dani Safitri Hutasuhut, Mhd. Rasyid Ridho L. Tobing, Ananda Alyssa Habsa Br. Tobing selaku ayah, ibu dan adik dari penulis yang selalu memberikan doa, semangat, masukan serta dukungan baik moral maupun material kepada penulis.
6. Kawan seperjuangan dan seangkatan BARAKUDA 13 yang menjadi teman serta keluarga dalam sehari – hari menjalankan perkuliahan di kampus tercinta ini.
7. Vianto Ilham P. dan Kiagus Salvin Oemar selaku kerabat bertukar pikiran dan yang membantu penulis dalam proses eksperimen dan tim pembuatan biodiesel sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan lancar.
8. Fiko Nugraha, Yura P, Cindy Swara Pasca, Maiffah Cahya, Fadel dan Farhan selaku teman seperantauan yang selalu memberikan dukungan agar penulis segera menyelesaikan tugas akhir ini.

9. Teman-teman “*Warper Society*“ Billy Juanda, Gage Cendikiaji Hadi, Mas equ, Alwi Mulachela, Teto Hanindito, Mas yoyo, Bram Wilogo, Aldio Paruna, Irfan Byna, Randy Adiputra, Farev, Alfian, Shobirin, Bobby Himawan, Indra Raja, yang telah memberikan penulisan hiburan dan saran jika penulis sedang merasa kehilangan semangat.
10. Teman – teman lab MPP yang selalu memberikan informasi dalam pembuatan laporan serta administrasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Serta semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari pula bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu perlunya saran dan masukan demi membangun kebaikan dan kemajuan skripsi ini. Akhir kata semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi yang membutuhkannya.

Surabaya, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR GAMBAR.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
BAB I.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Skripsi	2
1.5. Manfaat	2
BAB II.....	3
2.1. Biodiesel	3
2.2. Kemiri (Aleurites moluccana L.)	3
2.3. Motor Bakar	5
BAB III	9
3.1. Identifikasi dan Perumusan Masalah	9
3.2. Studi literature.....	9
3.3. Persiapan Alat dan Bahan	9
3.4. Pengaturan Tekanan Injeksi	11
3.5. Engine Set-Up	11
3.6. Eksperimen Analisa Pada Motor Diesel	12
3.7. Pengumpulan Data	12
3.8. Analisis & Pembahasan	12
3.9. Kesimpulan dan saran	12

BAB IV	13
4.1. Properties Biodiesel Kemiri (B20).....	13
a. Densitas (Berat Jenis).....	13
b. Viskositas	14
c. Titik Tuang (Pour Point).....	14
d. Titik Nyala (Flash Point).....	14
e. Nilai Kalor	14
4.2. Pengaruh Tekanan Injeksi dalam Pengujian Performansi.....	15
a. Perbandingan Daya Maksimal Dengan Tekanan Injeksi	15
b. Perbandingan SFOC Dengan Tekanan Injeksi.....	17
c. Perbandingan Effisiensi Thermal Dengan Tekanan Injeksi.....	19
d. Perbandingan Torsi Maksimum Dengan Tekanan Injeksi	21
e. Perbandingan BMEP Dengan Tekanan Injeksi.....	23
BAB 5	27
5.1. Kesimpulan	27
5.2. Saran	28
REFERENSI	29
LAMPIRAN I	31
LAMPIRAN II.....	33
LAMPIRAN III.....	45
LAMPIRAN IV	51
BIODATA PENULIS	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1. Flow Chart Pengerjaan Skripsi.....	10
Gambar 3. 2. Rangkaian Mesin.....	11
Gambar 4. 1. Grafik Perbandingan Daya Maksimal dengan Tekanan Injeksi terhadap Jenis Bahan Bakar HSD Pertamina.....	16
Gambar 4. 2. Grafik Perbandingan Daya Maksimal dengan Tekanan Injeksi terhadap Jenis Bahan Bakar Biodiesel Kemiri (B20)	16
Gambar 4. 3. Grafik Perbandingan Daya Maksimal dengan Tekanan Injeksi terhadap Jenis Bahan Bakar HSD Pertamina dan Biodiesel Kemiri (B20)	17
Gambar 4. 4. Grafik Perbandingan SFOC dengan Tekanan Injeksi terhadap Jenis Bahan Bakar HSD Pertamina.....	18
Gambar 4. 5. Grafik Perbandingan SFOC dengan Tekanan Injeksi terhadap Jenis Bahan Bakar Biodiesel Kemiri (B20)	18
Gambar 4. 6. Grafik Perbandingan SFOC dengan Tekanan Injeksi Terhadap Jenis Bahan Bakar HSD Pertamina dan Biodiesel Kemiri (B20)	19
Gambar 4. 7. Grafik Perbandingan Effisiensi Thermal dengan Tekanan Injeksi Terhadap Jenis Bahan Bakar HSD Pertamina.....	20
Gambar 4. 8. Grafik Perbandingan Effisiensi Thermal dengan Tekanan Injeksi terhadap Jenis Bahan Bakar Biodiesel Kemiri (B20)	20
Gambar 4. 9. Grafik Perbandingan Effisiensi Thermal dengan Tekanan Injeksi terhadap Jenis Bahan Bakar HSD dan Biodiesel Kemiri (B20).....	21
Gambar 4. 10. Grafik Perbandingan Torsi Maksimum dengan Tekanan Injeksi terhadap Bahan Bakar HSD Pertamina.....	22
Gambar 4. 11. Grafik Perbandingan Torsi Maksimum dengan Tekanan Injeksi Menggunakan Bahan Bakar Biodiesel Kemiri (B20)	22
Gambar 4. 12. Grafik Perbandingan Torsi Maksimum dengan Tekanan Injeksi Terhadap Jenis Bahan Bakar HSD Pertamina dan Biodiesel Kemiri (B20)	23
Gambar 4. 13. Grafik Perbandingan BMEP dengan Tekanan Injeksi Menggunakan Bahan Bakar HSD Pertamina.....	24

Gambar 4. 14. Grafik Perbandingan BMEP dengan Tekanan Injeksi Menggunakan Bahan Bakar Biodiesel Kemiri (B20)	24
Gambar 4. 15. Grafik Perbandingan BMEP dengan Tekanan Injeksi Terhadap Jenis Bahan Bakar HSD Pertamina dan Biodiesel Kemiri (B20)	25
Gambar 6. 1. Hasil Esterifikasi	31
Gambar 6. 2. Hasil Transesterifikasi.....	32
Gambar 6. 3. Hasil Washing	32
Gambar 6. 4. Grafik Perbandingan SFOC dengan Daya terhadap Jenis Bahan Bakar HSD Pertamina dengan Tekanan Injeksi 250 Bar.....	45
Gambar 6. 5. Grafik Perbandingan SFOC dengan Daya terhadap Jenis Bahan Bakar HSD Pertamina dengan Tekanan Injeksi 250 Bar.....	45
Gambar 6. 6. Perbandingan SFOC dengan Daya terhadap Jenis Bahan Bakar HSD Pertamina dengan Tekanan Injeksi 150 Bar	46
Gambar 6. 7. Perbandingan SFOC dengan Daya Terhadap Jenis Bahan Bakar Biodiesel Kemiri (B20) dengan Tekanan Injeksi 250 Bar	46
Gambar 6. 8. Perbandingan SFOC dengan Daya terhadap Jenis Bahan Bakar Biodiesel Kemiri (B20) dengan Tekanan Injeksi 200 Bar	47
Gambar 6. 9. Perbandingan SFOC dengan Daya terhadap Jenis Bahan Bakar Biodiesel Kemiri (B20) dengan Tekanan Injeksi 150 Bar	47
Gambar 6. 10. Perbandingan Effisiensi Thermal dengan Daya Terhadap Jenis Bahan Bakar HSD Pertamina dengan Tekanan Injeksi 200 Bar	48
Gambar 6. 11. Perbandingan Effisiensi Thermal dengan Daya Terhadap Jenis Bahan Bakar HSD Pertamina dengan Tekanan Injeksi 200 Bar	48
Gambar 6. 12. Perbandingan Effisiensi Thermal dengan Daya Terhadap Jenis Bahan Bakar HSD Pertamina dengan Tekanan Injeksi 150 Bar	49
Gambar 6. 13. Perbandingan Effisiensi Thermal dengan Daya Terhadap Jenis Bahan Bakar Biodiesel Kemiri dengan Tekanan Injeksi 250 Bar	49
Gambar 6. 14. Perbandingan Effisiensi Thermal dengan Daya terhadap Jenis Bahan Bakar Biodiesel Kemiri (B20) dengan Tekanan Injeksi 200 Bar	50
Gambar 6. 15. Perbandingan Effisiensi Thermal dengan Daya terhadap Jenis Bahan Bakar Biodiesel Kemiri (B20) dengan Tekanan Injeksi 150 Bar	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Standar Nasional Indonesia Biodiesel.....	4
Tabel 2. 2. Karakteristik Biodiesel Biji kemiri	6
Tabel 3. 1. Ketebalan shim pada Masing-masing Tekanan Injeksi.....	11
Tabel 4. 1. Properties Biodiesel Kemiri	13

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Setiap tahun, konsumsi akan bahan bakar minyak bumi mengalami peningkatan seiring dengan perkembangan bidang industri dan transportasi. Akibat keterbatasan sumber daya akan bahan bakar minyak bumi dan kebutuhan yang besar akan sumber energi minyak bumi, maka diperlukan pengembangan dan penelitian sumber energi alternatif dari bahan-bahan alam yang jumlahnya melimpah dan bersifat terbarukan (renewable natural resources) (Pramana, 2015).

Biodiesel salah satu bahan bakar alternatif yang memungkinkan sebagai bahan bakar pengganti dengan keunggulan mudah digunakan, ramah lingkungan (biodegradable), tidak beracun dan mempunyai titik nyala yang lebih tinggi dari pada petroleum diesel (Pramana, 2015). Biodiesel terbuat dari minyak nabati yang berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui. Bahan baku yang berpotensi sebagai bahan baku pembuat biodiesel antara lain adalah kelapa sawit, jarak pagar, alpukat dan beberapa jenis tumbuhan lain yang banyak terdapat di Indonesia (Risnoyatiningih, 2010).

Biji kemiri (*Aleurites moluccana*) sudah menjadi salah satu sumber bahan baku minyak dalam beberapa tahun belakangan. Tanaman kemiri ini banyak ditemui di benua Asia. Biji kemiri (*Aleurites moluccana*) mengandung kandungan minyak yang lebih tinggi dibanding kandungan pada kacang kedelai. (Lima, et al., 2011). Biji kemiri (*Aleurites moluccana*) memiliki kandungan minyak yang tinggi mencapai 55-60% dari total bobotnya. Minyak kemiri mempunyai sifat mudah terbakar sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk penerangan. (Mahlinda & Busthan, 2017).

Pengembangan mesin pembakaran berkompresi dilakukan dengan menjaga sifat dari bahan bakar petroleum. Desain dan parameter penggunaan mesin ini menggunakan standar hanya untuk bahan bakar ini. Untuk menggunakan dengan bahan bakar dari sumber yang lain perlu dioptimalkan agar sesuai dengan sifat yang dimiliki oleh bahan bakar tersebut (Jindal, Nandwana, Rathore, & Vashista, 2010).

Beberapa faktor pada desain mesin yang dapat mempengaruhi peningkatan performa diantaranya bentuk dari combustion chamber, sudut lokasi nozzle, injection rate dan bentuk semprotan nozzle, waktu penginjeksian, dan waktu camshaft. Mesin yang digunakan sekarang menggunakan sistem injeksi yang didesain untuk memperoleh tekanan injeksi yang lebih tinggi sehingga dapat mengurangi jumlah gas emisi dan menaikkan efisiensi mesin diesel (Celik, 2003).

Menurut lee (2002), semakin rendah nilai dari densitas, tegangan permukaan, dan viskositas dari bahan bakar memberikan efek pada atomisasi dan formasi pencampuran. Besarnya dampak dari atomisasi dan penguapan pada tekanan penguapan bahan bakar, perlu dilakukan kontrol karakteristik tekanan uapnya dalam pembentukan campuran yang tepat. Karena hal-hal tersebut, perlu dilakukan pengujian akan dampak yang diakibatkan dari injection pressure pada biodiesel kemiri terhadap performa yang dihasilkan oleh mesin.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, perlu adanya pengujian tekanan injeksi menggunakan bahan bakar biodiesel kemiri. Rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana karakteristik biodiesel dari kemiri?
2. Bagaimana pengaruh variasi tekanan injeksi terhadap Daya, Torsi, SFOC, efisiensi thermal dengan menggunakan biodiesel berbahan baku kemiri?

1.3. Batasan Masalah

1. Sistem bahan bakar dalam penelitian ini menggunakan direct injection.
2. Penelitian ini menggunakan motor diesel *Yanmar TF85* yang berada di laboratorium Marine Power Plant FTK ITS.
3. Bahan Bakar yang digunakan biodiesel kemiri (B20).

1.4. Tujuan Skripsi

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui karakteristik biodiesel kemiri
2. Untuk mengetahui pengaruh tekanan injeksi terhadap Daya, Torsi, SFOC, efisiensi thermal dengan menggunakan biodiesel berbahan baku kemiri.

1.5. Manfaat

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi mengenai biodiesel dari kemiri.
2. Memberikan pengetahuan tentang dampak perubahan tekanan injeksi terhadap performa yang dihasilkan mesin diesel dengan biodiesel kemiri.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Biodiesel

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang berasal dari bahan mentah terbarukan (renewable) yang bukan terbuat dari minyak bumi. Biodiesel tersusun dari berbagai macam ester asam lemak yang dapat diproduksi dari minyak hewani dan minyak nabati. Berbagai tanaman di Indonesia dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk pembuatan biodiesel diantaranya, minyak sawit, minyak kelapa, minyak jarak pagar, minyak biji kapuk, minyak biji alpukat, dan lain sebagainya (Pramana, 2015).

Biodiesel memiliki keunggulan jika dibandingkan dengan bahan bakar dari minyak bumi. Biodiesel berasal dari bahan baku mentah terbarukan dimana hal ini menjadikan biodiesel memiliki sifat dapat diperbaharui. Selain itu biodiesel memiliki sifat yang ramah lingkungan dan tidak beracun. Biodiesel merupakan bahan bakar yang ideal untuk industri dan transportasi karena dapat digunakan pada berbagai mesin diesel (Risnoyatiningsih, 2010).

Biodiesel dalam penggunaannya dilakukan pencampuran dengan bahan bakar petroleum. Untuk kandungan dengan campuran 10% biodiesel dan 90% bahan bakar petroleum disebut dengan B10 dan untuk kandungan dengan campuran 20% biodiesel dan 80% bahan bakar petroleum disebut dengan B20. Kedua jenis biodiesel ini memiliki break thermal efficiency yang paling baik, nilai SFOC yang paling rendah, serta kandungan emisi yang paling baik dibandingkan dengan campuran biodiesel lainnya (Kumbhar & Dange, 2004).

Biodiesel dibuat melalui suatu proses kimia yang disebut transesterifikasi. Transesterifikasi adalah suatu reaksi yang menghasilkan ester dimana menggunakan senyawa ester sebagai pereaksinya. Pada reaksi ini, terjadi penecahan senyawa trigliserida dan migrasi gugus alkil antara senyawa ester. Ester yang dihasilkan dari reaksi transesterifikasi ini disebut biodiesel. Reaksi transesterifikasi merupakan reaksi bolak balik yang relative lambat. Untuk mempercepat jalannya reaksi dan meningkatkan hasil, perlu dilakukan pengadukan yang baik dan penambahan katalis (Aziz, 2007).

Adapun syarat mutu biodiesel menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) dapat dilihat pada tabel 1.

2.2. Kemiri (*Aleurites moluccana* L.)

Pohon kemiri (*Aleurites moluccana* L.) termasuk dalam family Euphorbiaceae, yang terletak di daerah tropis dan memiliki ketinggian sekitar 0-700 meter di atas permukaan air laut. Pohon kemiri dapat tumbuh dengan cepat disegala macam tekstur tanah. Semua bagian pada pohon ini memiliki manfaat bagi kehidupan manusia. Lama hidup pohon kemiri kira-kira 40 – 60 tahun yang

dapat menghasilkan 80 kg biji kemiri per tahun. Proses pengambilan minyak pada biji kemiri haruslah disimpan atau dijemur terlebih dahulu sampai kering. (Estrada, et al., 2007)

Proses pengambilan minyak kemiri dapat dilakukan dengan dua metode (Estrada, et al., 2007):

Tabel 2. 1. Standar Nasional Indonesia Biodiesel

No	Parameter dan Satuan	Persyaratan
1	Massa Jenis pada 40°C, kg/m ³	850-890
2	Viskositas Kinematik pada 40°C, mm ² /s (cSt)	2,3-60
3	Angka Setan (min)	51
4	Titik Nyala, °C (min)	100
5	Titik Kabut °C (maks)	18
6	Korosi lempeng tembaga (3 jam pada 50°C)	Nomor 1
7	Residu karbon	0,05
	- dalam per contoh asli, %-massa (maks) - dalam 10% ampas distilasi %-massa (maks)	0,3
8	Air dan Sedimen (%-vol maks)	0,05
9	Temperatur distilasi 90%, °C (maks)	360
10	Abu tersulfatkan, %-massa (maks)	0,02
11	Belerang, mg/kg (maks)	100
12	Fosfor, mg/kg (maks)	10
13	Angka Asam, mg-KOH/g (maks)	0,5
14	Gliserol Bebas, % massa (maks)	0,02
15	Gliserol Total, % massa (maks)	0,24
16	Kadar ester metil, % massa (min)	96,5
17	Angka Iodium, % massa (maks)	115
18	Kadar monogliserida, % masa (maks)	0,8
19	Kestabilan oksidasi	
	Periode induksi metode rancimat, menit	-360
	Periode induksi metode petro oksidasi, menit	- 27

Sumber : <http://btbrd.bppt.go.id>

1. Pengepresan

Pengepresan biasanya dilakukan untuk mengekstrak komponen-komponen dari bahan-bahan biologis seperti tanaman yang terletak di dalam struktur sel-sel tumbuha, sehingga sel-sel tersebut perlu dirusak agar dapat diambil komponen yang diinginkan. Metode pengepresan yang biasa dilakukan adalah dengan pengepresan mekanis. Cara ini dapat mengambil kandungan minyak dengan kadar sekitar 30% - 70%.

Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi hasil pengepresan, diantaranya :

- Ukuran Partikel
- Moisture content
- Suhu dan waktu pemanasan
- Tekanan

2. Ekstrasi

Ekstraksi dengan pelarut adalah melarutkan minyak dalam bahan ke dalam pelarut organik yang sesuai/selektif. Mekanisme yang ada pada proses ini adalah :

- Perpindahan pelarut ke permukaan padatan
- Pelarut berdifusi ke dalam padatan
- Solut larut ke dalam pelarut
- Solut berdifusi melalui campuran pelarut dan zat pada ke permukaan larutan
- Perpindahan solute ke larutan bulk

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi hasil kecepatan dari proses ini, yaitu :

- Ukuran partikel
- Jenis pelarut
- Suhu
- Kecepatan aliran pelarut

Menurut Ketaren (1986) minyak kemiri termasuk kelompok minyak mengering (drying oil). Pada bagian buah (biji) mengandung minyak sebesar 55 – 65% dan dalam tempurung mengandung 60%. Karakteristik fisika dan kimia dari minyak kemiri dapat dilihat pada tabel 2.

2.3. Motor Bakar

Motor bensin dan motor diesel adalah motor dengan jenis gerak bolak balik (reciprocating engine). Komponen dasar dari motor ini terdiri dari mekanisme engkol, silinder, piston, batang piston dan poros engkol. Prinsip kerja dari motor ini adalah merubah energi panas menjadi energi gerak. Panas pada motor diperoleh dari proses pembakaran didalam motor (Rabiman & Arifin, 2011).

Tabel 2. 2. Karakteristik Biodiesel Biji kemiri

Karakteristik Fisika dan Kimia	Jumlah	Satuan
Spesific Gravity (250C)	0,85 – 0,925	Gr/cm ³
Viskositas	4,33 – 5,86	cSt
Pour Point	19	0C
FFA	1,2881	%
Bilangan Saponifikasi	198,8152	mg KOH/g
Bilangan Iodin	137,41	g iodine/g
Bilangan Asam	0,42 – 0,67	Mg KOH/g
Bahan yang tak tersabunkan	0,3-1	%

Sumber: (Lima, et al., 2011), (Ketaren, 1986)

Proses pembakaran merupakan suatu reaksi kimia antara bahan bakar (hidrokarbon) dengan oksigen. Proses pembakaran ini tidak terjadi sekaligus tetapi memerlukan waktu dan terjadi dalam beberapa tahap (spuller dkk, 2000:4, Rolf, 1992 dalam Purwanto, 2014). Bila waktu yang dibutuhkan untuk persiapan pembakaran sangat panjang atau jumlah bahan bakar solar yang diinjeksikan terlalu banyak dapat menjadikan penguapan bahan bakar tidak baik sehingga mengakibatkan penambahan tekanan yang berlebihan didalam silinder yang ditandai dengan terjadinya getaran dan suara yang keras yang merupai pukulan-pukulan pada dinding silinder dan ruang bakar yang dinamakan dengan “denotasi” (Spuller, 2000; Robert 1993; Anonymous, 1994; Afri, 2006 dalam Purwanto, 2014).

Cara-cara mengatasi denotasi:

- Memakai bahan bakar solar dengan angka Cetane yang tinggi, dengan maksud untuk memberikan periode persiapan pembakaran yang sependek-pendeknya.
- Menaikkan tekanan dan temperatur pada saat bahan bakar diinjeksikan.
- Mengurangi jumlah injeksi bahan bakar pada saat permulaan pembakaran.

Injektor berfungsi untuk menyembrotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar. Injektor terdiri dari nozzle body dan needle. Injektor menyembrotkan bahan bakar yang didistribusikan oleh pompa injeksi ke dalam silinder dengan tekanan tertentu agar dapat mengabutkan bahan bakar secara merata. Tekanan injektor dapat diatur dengan mengganti adjusting shim atau menambah mengurangi putaran pada adjusting screw. (Ashari, 2017).

Injektor mendistribusikan bahan bakar bertekanan tinggi dari pompa injeksi ke dalam ruang pembakaran. Saat tekanan bahan bakar yang dipompakan oleh

pompa injeksi menjadi lebih besar daripada beban pegas tekan pada injector, maka tenaganya akan mendorong jarum atau nozzle ke atas. Hal ini menyebabkan pegas tekan menjadi mampat dan bahan bakar dapat disemprotkan ke ruang bakar. Pengaturan tekanan injeksi dapat dilakukan dengan cara membedakan ketebalan shim penyetel, yang secara efektif mengubah beban pada pegas tekan. Apabila tekanan pada oil pool aik, nozzle needle akan menekan ke permukaan. Bila tekanan ini melebihi tegangan pegas, maka nozzle needle terdorong ke atas dan menyebabkan nozzle menyemprotkan bahan bakar (Ashari, 2017).

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode eksperimen. Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan penelitian langsung terhadap objek penelitian, kemudian data yang didapat dilakukan analisis untuk kemudian dilakukan penarikan kesimpulan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.1.

3.1. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Identifikasi masalah dari penelitian ini adalah pengujian terhadap performa dengan melakukan perubahan tekanan injeksi menggunakan biodiesel biji alpukat.

3.2. Studi literature

Studi literatur yang digunakan merupakan beberapa referensi penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Referensi-referensi tersebut erat hubungannya dengan biodiesel biji alpukat dan tekanan injeksi pada mesin. Referensi yang digunakan adalah :

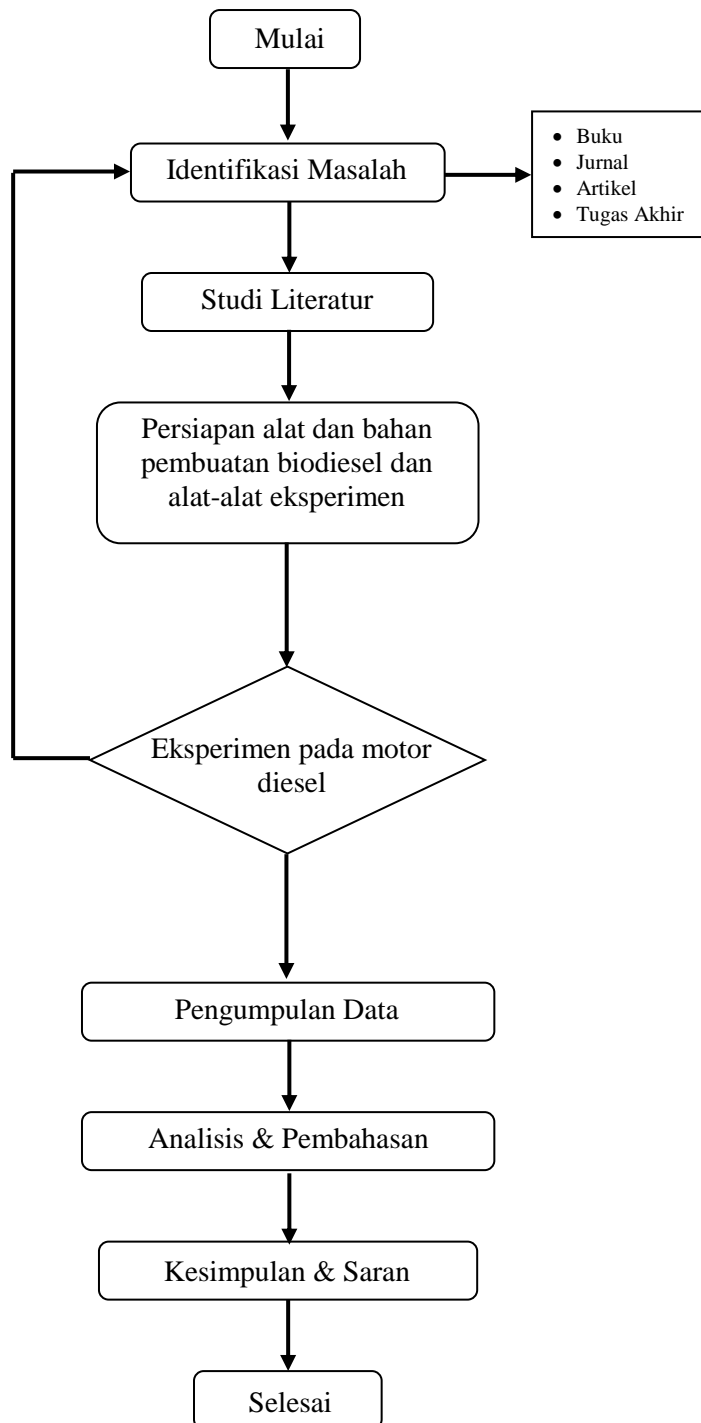
- a. Buku
- b. Jurnal
- c. Artikel
- d. Tugas Akhir

Referensi tersebut didapatkan dengan menggunakan internet, perpustakaan maupun Ruang Baca Fakultas. Hal ini dimaksudkan agar pencarian yang dilakukan lebih spesifik dan akurat.

3.3. Persiapan Alat dan Bahan

Pada tahap ini dilakukan proses persiapan alat dan bahan untuk menunjang eksperimen ini. Sebelum dilaksanakannya eksperimen perbandingan performa motor diesel menggunakan bahan bakar biodiesel biji kemiri dengan dengan variasi tekanan injeksi, alat dan bahan yang harus dipersiapkan:

- a) Bahan bakar HSD Pertamina dan biodiesel kemiri (B20)
- b) Motor diesel Yanmar TF85
- c) Injektor dan variasi shim untuk mendapatkan variasi tekanan
- d) Stopwatch
- e) Tachometer
- f) Amperemeter
- g) Electric Dynamometer
- h) Control panel
- i) Multimeter
- j) Load (lamp)



Gambar 3. 1. Flow Chart Pengerjaan Skripsi

Penentuan variabel yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

- a) RPM : 1800, 1900, 2000, 2100, dan 2200
- b) Fuel : HSD Pertamina dan Biodiesel Kemiri
- c) Load (W) : 1000, 2000, 3000, dan 4000.
- d) Tekanan Injeksi : 150 bar, 200 bar, 250 bar

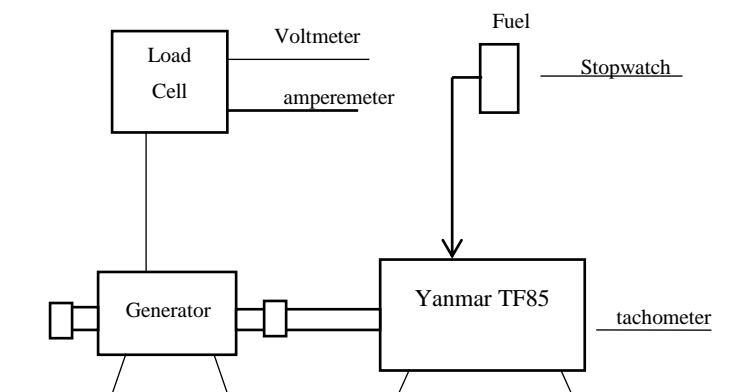
3.4. Pengaturan Tekanan Injeksi

Eksperimen ini dilakukan dengan variable tekanan injeksi dimana menggunakan 3 tekanan injeksi. Eksperimen ini dilakukan pada mesin Yanmar TF85, dimana injektor yang digunakan motor diesel ini perlu dilakukan penggantian adjusting shim pada injektornya untuk mengurangi atau meningkatkan tekanan injeksi. Shim yang digunakan, untuk meningkatkan tekanan maka diperlukan shim yang lebih tebal, sebaliknya untuk mengurangi tekanan maka diperlukan shim yang lebih tipis. Adjusting shim ini terletak di dalam injektor body.

Tabel 3. 1. Ketebalan shim pada Masing-masing Tekanan Injeksi

No	Tekanan Injeksi (Bar)	Ketebalan (mm)
1	150	0,29
2	200	0,59
3	250	0,89

3.5. Engine Set-Up



Gambar 3. 2. Rangkaian Mesin

Engine set up dijelaskan sebagaimana gambar 3.5. Motor yang akan digunakan yaitu tipe Yanmar TF85 yang dihubungkan dengan altenator, amperemeter, voltmeter dan controlpanel. Untuk mendapatkan putaran engine

akan digunakan tachometer, dan stopwatch digunakan untuk menghitung waktu konsumsi bahan bakar.

3.6. Eksperimen Analisa Pada Motor Diesel

Eksperimen ini dilakukan setelah tahap – tahap sebelumnya sudah terpenuhi seluruhnya. Eksperimen ini menggunakan motor diesel yanmar TF85 yang berada pada laboratorium *marine power plant* sistem perkapalan FTK-ITS. Eksperimen dilakukan terhadap tiga variasi injektor dengan variasi yang berbeda menggunakan HSD Pertamina dan biodiesel kemiri.

3.7. Pengumpulan Data

Pengumpulan data penunjang yang digunakan untuk menganalisis hasil performa biodiesel pada motor diesel dengan beberapa variasi tekanan injeksi. Pengumpulan data dilakukan dari metode eskperimen.

3.8. Analisis & Pembahasan

Analisis yang dilakukan adalah mengamati hasil yang diperoleh dari hasil eksperimen pengujian dengan menggunakan variasi tekanan injeksi yang berbeda. Analisis tersebut akan digunakan sebagai grafik perbandingan yang akan dibahas dalam penelitian ini.

3.9. Kesimpulan dan saran

Kesimpulan dibuat berdasarkan hasil seluruh rangkaian kegiatan eksperimen. Diharapkan kesimpulan akan menjawab seluruh rumusan dan tujuan pada penelitian ini.

BAB IV

ANALISA & PEMBAHASAN

4.1. Properties Biodiesel Kemiri (B20)

Penggunaan minyak nabati adalah solusi yang paling baik untuk menjadi alternatif pengganti bahan bakar fosil. Sifatnya yang terbarukan (renewable) serta pembuatannya yang sangat mudah menjadi alasan minyak nabati sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Biodiesel yang dihasilkan dari minyak nabati haruslah memiliki standart-standart yang harus dipenuhi yaitu, *kinematic viscosity* pada 40°C, Densitas, titik kabut (*pour point*), titik nyala (*flash point*), dan nilai kalor.

Penelitian kali ini, menggunakan biodiesel dengan bahan baku minyak kemiri. Minyak kemiri didapat dari proses ekstraksi. Kemudian minyak kemiri tersebut melalui proses kimiawi berupa proses esterifikasi dan transesterifikasi dengan methanol dan katalis. Proses kimiawi yang dilakukan dalam pembuatan biodiesel haruslah dijaga untuk mendapatkan kualitas biodiesel dan properties yang memenuhi standar yang sesuai. Setelah proses kimiawi, biodiesel yang dihasilkan dilakukan pengujian properties dari biodiesel. Pengujian properties biodiesel dilakukan di Laboratorium Energi ITS

Tabel 4. 1. Properties Hasil Uji Biodiesel Kemiri

Parameter Uji	Satuan	Referensi	Hasil	Metode Pengujian
Densitas pada 15°C	gr/cm ³	0,825 – 0,925	0,916	ASTM D 1480 – 81
Viscositas 40°C	Cst	4,33 – 5,86	6	ASTM D 445 – 97
Flash Point	°C	-	225	ASTM D 93 – 00
Pour Point	°C	19	18	ASTM D 97 – 85
Nilai kalor	KJ/Kg	-	39275208	Bomb Kalorimeter

Hasil pengujian properties biodiesel kemiri ini dianalisa dengan menggunakan parameter yang sesuai dengan standar nasional biodiesel. Dimana data yang diambil dari properties ini meliputi densitas, viscositas, flash point, pour point, nilai kalor.

a. Densitas (Berat Jenis)

Densitas ataupun berat jenis adalah perbandingan antara massa dengan volume. Densitas dipengaruhi oleh temperature, semakin tinggi temperatur maka densitasnya semakin turun, sebaliknya juga semakin turun temperatur maka densitas semakin tinggi. Pada pengujian ini, standart mengacu pada SNI untuk

biodiesel. Densitas yang dimiliki biodiesel kemiri sebesar 916 kg/m^3 . Nilai ini belum memenuhi standar SNI yang memiliki batas nilai $850 - 890 \text{ kg/m}^3$.

b. Viskositas

Viskositas adalah ukuran kekentalan yang menyatakan besar kecilnya gesekan didalam fluida. Viskositas dari bahan bakar sangat berpengaruh pada proses atomisasi bahan bakar pada saat penginjeksian ke ruang bakar. Apa bila nilai viskositas besar, maka mengalami atomisasi yang rendah sehingga pembakaran kurang sempurna. Adapun nilai viskositas yang terlalu kecil dapat berpengaruh kepada komponen injeksi. Viskositas yang dimiliki biodiesel kemiri sebesar 6 cSt . Nilai ini telah memenuhi standar SNI yang memiliki batas nilai $2,3 - 6 \text{ cSt}$.

c. Titik Tuang (Pour Point)

Titik tuang adalah batas temperature tuang dimana mulai terbentuk kristal-kristal paraffin atau berupa pengentalan yang dapat menyumbat system bahan bakar dan injektor. Semakin tinggi nilai titik tuang maka bahan bakar semakin sulit untuk mengalir sempurna bahan bakar dan atomisasi menjadi kurang baik. Pour point yang dimiliki biodiesel kemiri sebesar $18 ^\circ\text{C}$. Nilai ini telah memenuhi standar SNI yang memiliki batas minimal $18 ^\circ\text{C}$.

d. Titik Nyala (Flash Point)

Flash point adalah temperature dalam kondisi dimana uap di atas permukaan bahan bakar (Biodiesel) akan terbakar dengan cepat (meledak). Semakin tinggi flash point, maka bahan bakar semakin sulit terbakar. Flash point yang dimiliki biodiesel kemiri sebesar $225 ^\circ\text{C}$. Nilai ini telah memenuhi standar SNI yang memiliki batas minimal $100 ^\circ\text{C}$.

e. Nilai Kalor

Nilai kalor adalah jumlah energi yang dilepaskan secara sempurna dalam suatu proses aliran tunak (steady) dan produk dikembalikan lagi ke keadaan dari reaktan. Besarnya nilai kalor sama dengan harga mutlak dari entalpi pembakaran bahan bakar. Nilai kalor biasanya digunakan pada bahan bakar dan merupakan karakteristik dari bahan bakar. Ada dua jenis nilai kalor, yaitu :

- a. HHV (Higher Heating Value), nilai kalor atas yang ditentukan pada saat H^2O ada produk pembakaran berbentuk cairan.
- b. LHV (Lower Heating Value), nilai kalor bawah ditentukan pada saat H^2O pada produk pembakaran berbentuk gas.

Nilai kalor yang dimiliki biodiesel kemiri sebesar 9387 cal/gr atau setara dengan $39.275.208 \text{ J/kg}$. Nilai ini telah memenuhi standar SNI yang memiliki batas maksimal $42.398.333,316 \text{ J/kg}$.

4.2. Pengaruh Tekanan Injeksi dalam Pengujian Performansi

Motor diesel ialah jenis motor pembakaran dalam (internal combustion engine) yang menggunakan panas kompresi untuk melakukan proses pembakaran. Bahan bakar disemprotkan ke dalam ruang bakar sesaat sebelum titik mati atas, dimana ruang bakar telah dipenuhi dengan udara bertekanan untuk membakar bahan bakar yang kemudian menghasilkan suatu kerja. Bahan bakar disemprotkan dengan menggunakan injektor mengalami fase pengembunan dapat dipengaruhi oleh tekanan injeksi.

Penelitian kali ini melakukan uji performa untuk mengetahui pengaruh dari tekanan injeksi pada mesin diesel. Motor diesel yang digunakan untuk penelitian ini adalah Yanmar type TF85. Hasil yang didapat pada percobaan ini adalah menentukan performa dari motor diesel pada kondisi tekanan injeksi yang bervariasi menggunakan bahan bakar HSD Pertamina dan biodiesel kemiri dengan mengubah. Putaran yang digunakan dimulai dari putaran 1800 RPM sampai dengan 2200 RPM.

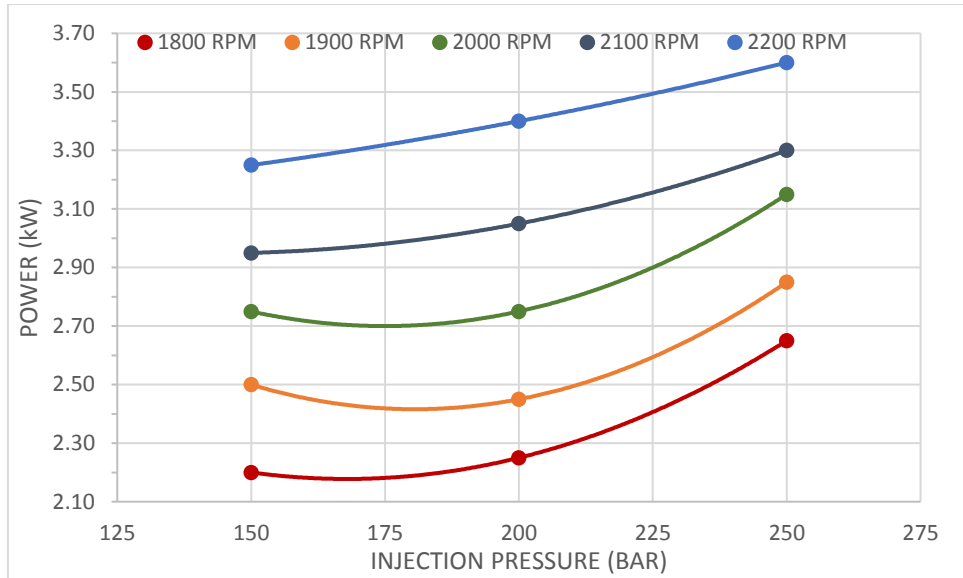
Tekanan injeksi pada percobaan ini menggunakan tiga variable injeksi yaitu, 150 bar, 200 bar, 250 bar. Jenis bahan bakar untuk percobaan ini menggunakan HSD Pertamina dan biodiesel kemiri 20% (B20). Performa dari motor diesel dapat diketahui dari rumus perhitungan untuk analisa dan pembahasan mengenai daya, torsi, konsumsi bahan bakar spesifik (SFOC), BMEP, dan efisiensi thermal.

a. Perbandingan Daya Maksimal Dengan Tekanan Injeksi

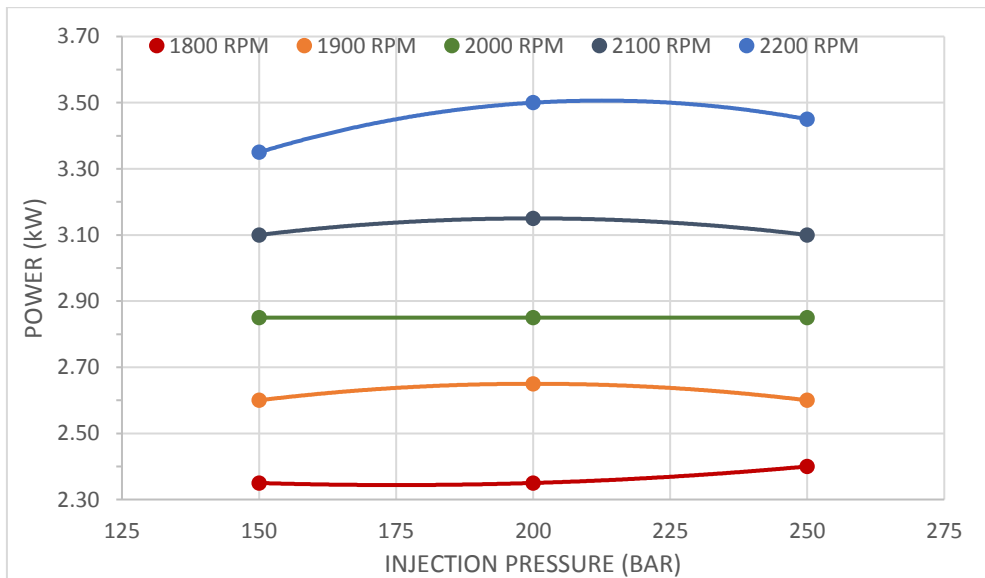
Berdasarkan gambar 4.1 grafik perbandingan daya dengan tekanan injeksi terhadap jenis bahan bakar HSD Pertamina yang didapat dari nilai SFOC paling rendah pada tiap putaran. Daya maksimal paling besar didapatkan dengan tekanan injeksi sebesar 250 bar pada putaran 2200 RPM dengan nilai 3,6 kW. Nilai daya maksimal paling kecil didapat dengan tekanan injeksi sebesar 150 bar pada putaran 1800 RPM dengan nilai 2,2 kW. Dari grafik diatas dapat disimpulkan daya maksimal terbesar didapat pada tekanan injeksi 250 bar pada tiap putaran.

Berdasarkan gambar 4.2 grafik perbandingan daya maksimal dengan tekanan injeksi terhadap jenis bahan bakar B20 yang didapat dari nilai SFOC paling rendah pada tiap putaran. Daya maksimal paling besar didapatkan dengan tekanan injeksi sebesar 200 bar pada putaran 2200 RPM dengan nilai 3,5 kW. Nilai daya maksimal paling kecil didapat dengan tekanan injeksi sebesar 150 bar pada putaran 1800 RPM dengan nilai 2,35 kW. Dari grafik diatas dapat disimpulkan daya maksimal terbesar didapatkan pada tekanan 200 bar pada tiap putaran.

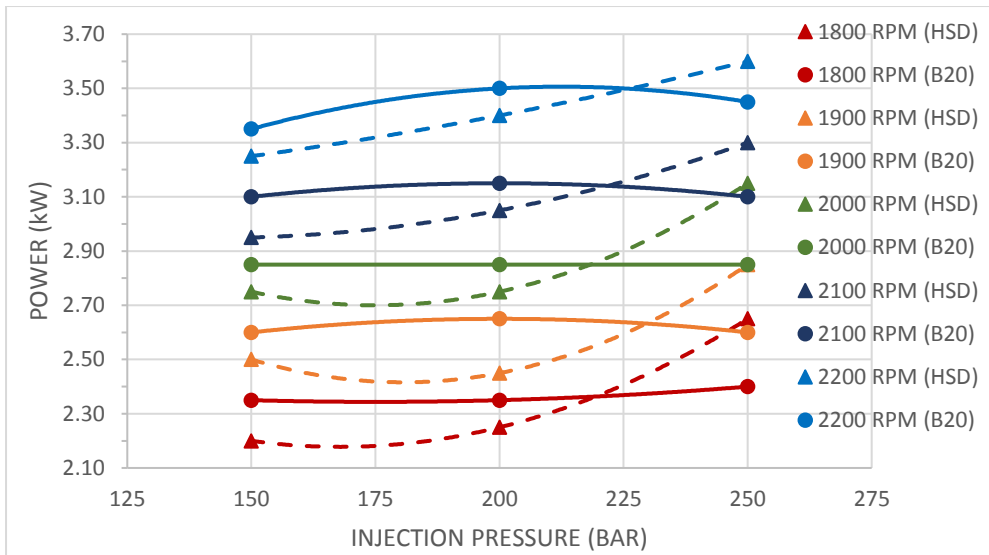
Berdasarkan gambar 4.3 grafik perbandingan daya maksimal dengan tekanan injeksi menggunakan bahan bakar HSD Pertamina dan biodiesel kemiri (B20) didapatkan penggunaan biodiesel kemiri (B20) lebih baik dibandingkan HSD Pertamina, terlihat dari daya yang dihasilkan lebih besar di setiap putaran. Tetapi



Gambar 4. 1. Grafik Perbandingan Daya Maksimal dengan Tekanan Injeksi terhadap Jenis Bahan Bakar HSD Pertamina



Gambar 4. 2. Grafik Perbandingan Daya Maksimal dengan Tekanan Injeksi terhadap Jenis Bahan Bakar Biodiesel Kemiri (B20)



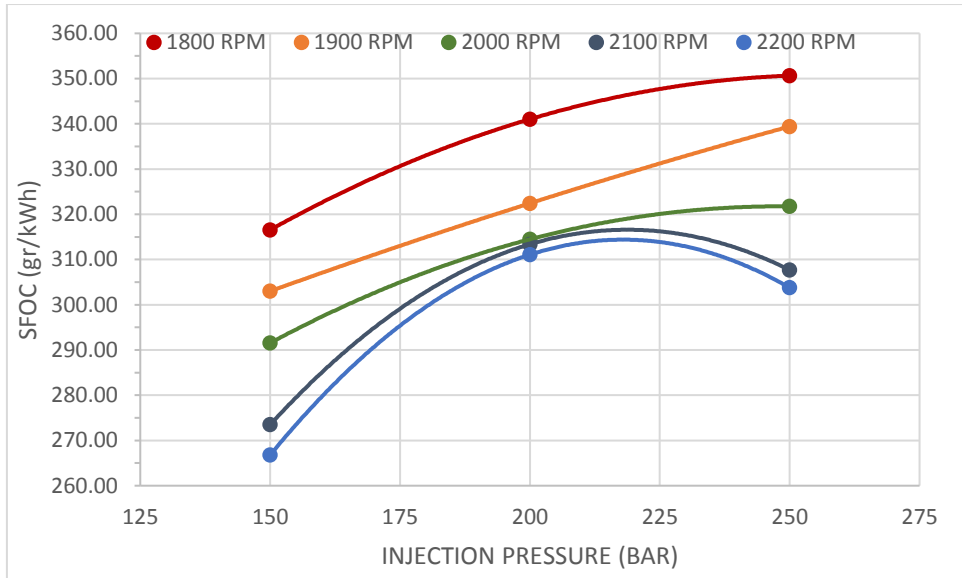
Gambar 4. 3. Grafik Perbandingan Daya Maksimal dengan Tekanan Injeksi terhadap Jenis Bahan Bakar HSD Pertamina dan Biodiesel Kemiri (B20)

untuk tekanan injeksi 250 bar, penggunaan HSD lebih baik karena daya yang dihasilkan biodiesel kemiri (B20) lebih kecil disetiap putarannya. Dapat dipastikan biodiesel kemiri (B20) lebih baik dibandingkan dengan HSD Pertamina pada kondisi engine standart.

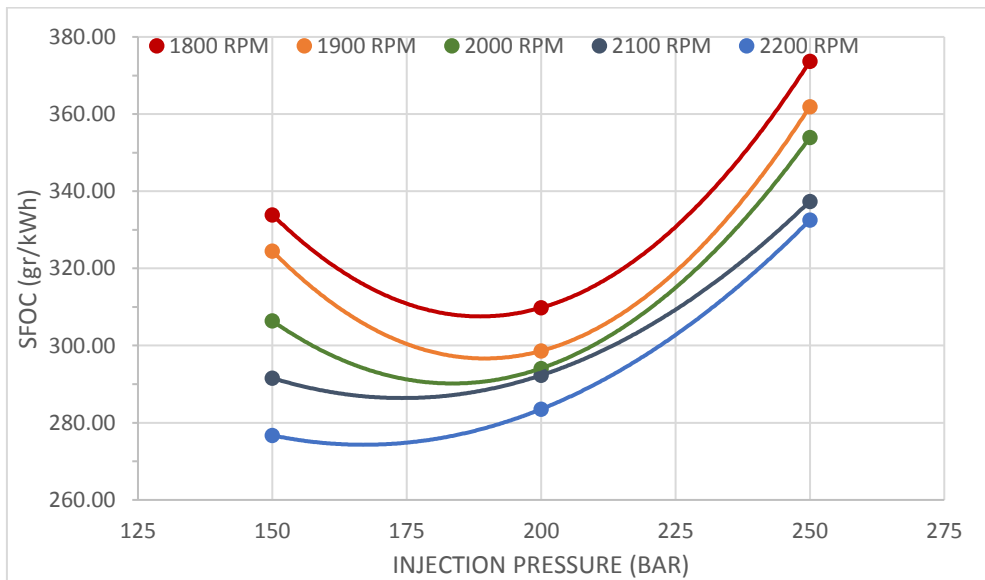
b. Perbandingan SFOC Dengan Tekanan Injeksi

Berdasarkan gambar 4.4 grafik perbandingan SFOC minimal dengan tekanan injeksi terhadap jenis bahan bakar HSD pertamina. SFOC paling kecil didapatkan dengan tekanan injeksi sebesar 150 bar pada putaran 2200 RPM menggunakan bahan bakar HSD pertamina dengan nilai 266,78 gr/kWh. SFOC paling besar didapat dengan tekanan injeksi sebesar 250 bar pada putaran 1800 RPM menggunakan bahan bakar HSD pertamina dengan nilai 350,65 gr/kWh. Dari grafik diatas dapat disimpulkan tekanan injeksi 150 bar menggunakan bahan bakar HSD pertamina menghasilkan SFOC paling rendah disetiap putaran.

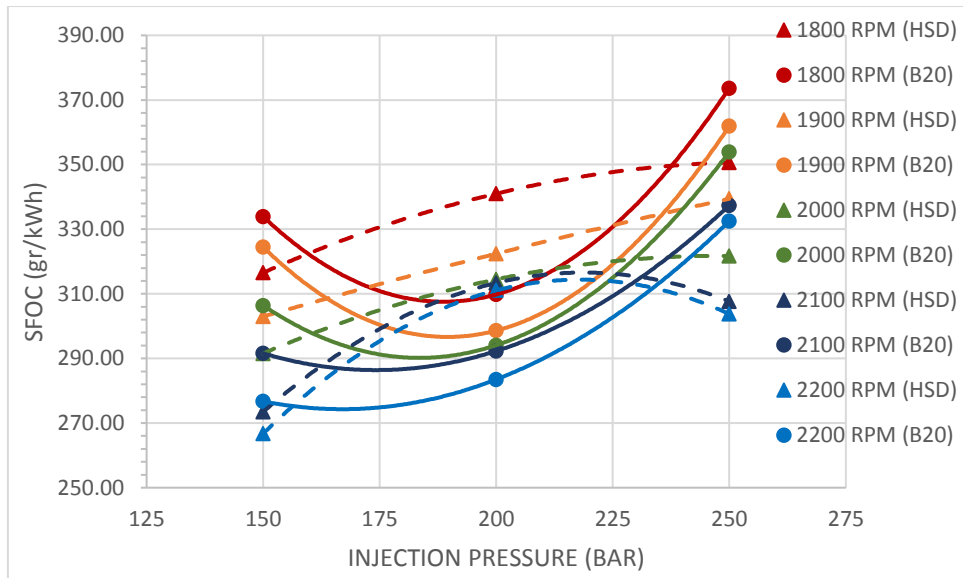
Berdasarkan gambar 4.5 grafik perbandingan SFOC minimal dengan tekanan injeksi terhadap jenis bahan bakar biodiesel kemiri (B20). SFOC paling kecil didapatkan dengan tekanan injeksi sebesar 200 bar pada putaran 2200 RPM menggunakan bahan bakar HSD pertamina dengan nilai 224,77 gr/kWh. SFOC paling besar didapat dengan tekanan injeksi sebesar 250 bar pada putaran 1800 RPM menggunakan bahan bakar HSD pertamina dengan nilai 373,67 gr/kWh. Dari grafik diatas dapat disimpulkan tekanan injeksi 200 bar menggunakan bahan bakar biodiesel kemiri (B20) menghasilkan SFOC paling rendah disetiap putaran.



Gambar 4. 4. Grafik Perbandingan SFOC dengan Tekanan Injeksi terhadap Jenis Bahan Bakar HSD Pertamina



Gambar 4. 5. Grafik Perbandingan SFOC dengan Tekanan Injeksi terhadap Jenis Bahan Bakar Biodiesel Kemiri (B20)



Gambar 4. 6. Grafik Perbandingan SFOC dengan Tekanan Injeksi Terhadap Jenis Bahan Bakar HSD Pertamina dan Biodiesel Kemiri (B20)

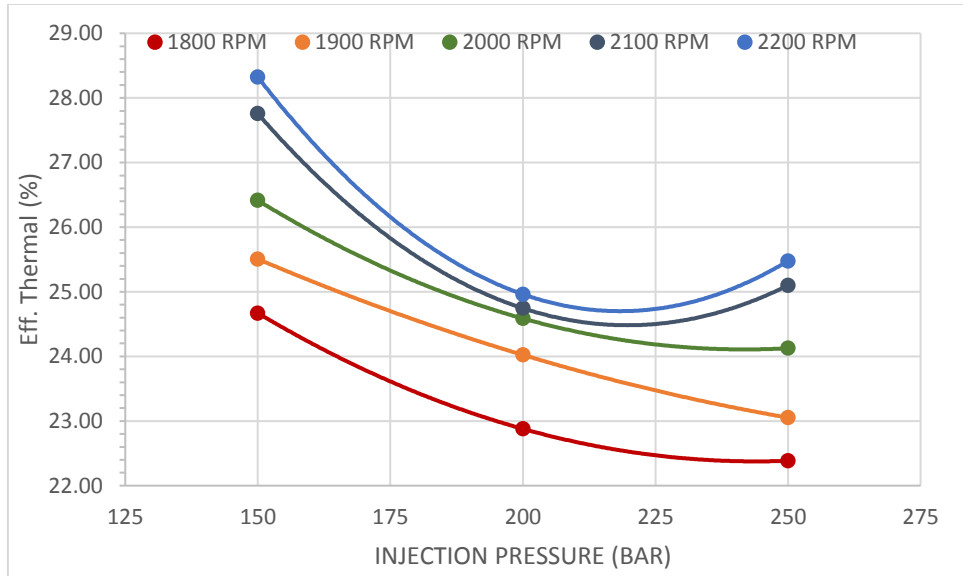
Berdasarkan gambar 4.6 grafik perbandingan SFOC dengan tekanan injeksi menggunakan bahan bakar Biodiesel Kemiri (B20) dan HSD Pertamina didapatkan pada kondisi engine standart penggunaan biodiesel kemiri (B20) sangatlah baik karena memiliki nilai SFOC yang lebih rendah dibanding menggunakan HSD Pertamina pada setiap putaran. Tetapi untuk tekanan injeksi yang lebih rendah maupun lebih tinggi, penggunaan HSD memiliki nilai SFOC yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan biodiesel kemiri (B20).

c. Perbandingan Effisiensi Thermal Dengan Tekanan Injeksi

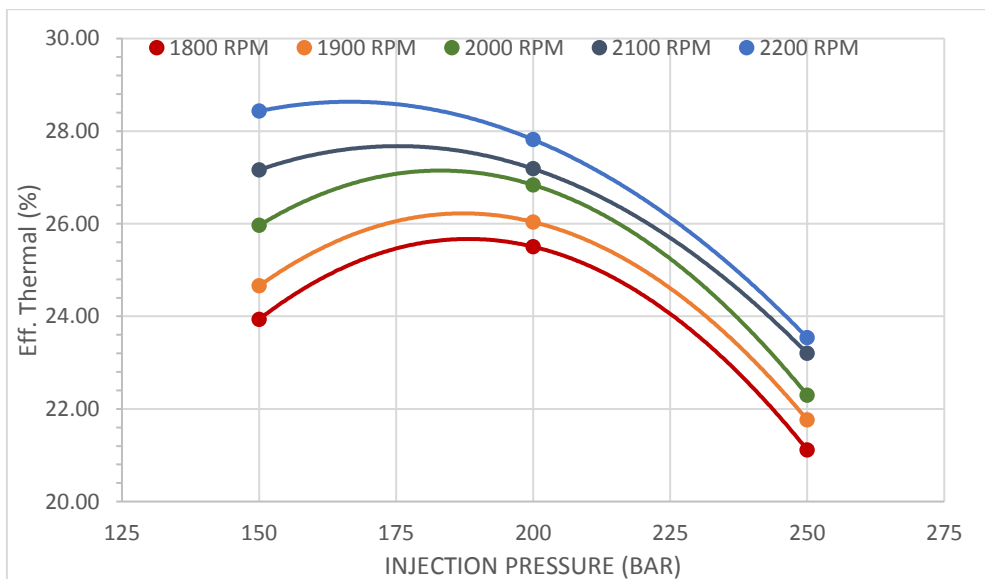
Berdasarkan gambar 4.7 grafik perbandingan efisiensi thermal dengan tekanan injeksi terhadap jenis bahan bakar HSD Pertamina yang didapat dari nilai SFOC paling rendah pada tiap putaran. Effisiensi Thermal paling besar didapatkan dengan tekanan injeksi sebesar 150 bar pada putaran 2200 RPM dengan nilai 28,32%. Nilai daya maksimal paling kecil didapat dengan tekanan injeksi sebesar 250 bar pada putaran 1800 RPM dengan nilai 22,38%. Dari grafik diatas dapat disimpulkan efisiensi thermal terbesar didapat pada tekanan injeksi 150 bar pada tiap putaran.

Berdasarkan gambar 4.8 grafik perbandingan efisiensi thermal dengan tekanan injeksi terhadap jenis bahan bakar B20 yang didapat dari nilai SFOC paling rendah pada tiap putaran. Effisiensi thermal paling besar didapatkan dengan tekanan injeksi sebesar 200 bar pada putaran 2200 RPM dengan nilai 34,67%. Nilai efisiensi thermal paling kecil didapat dengan tekanan injeksi sebesar 250 bar pada putaran 1800 RPM dengan nilai 21,12%. Dari grafik diatas

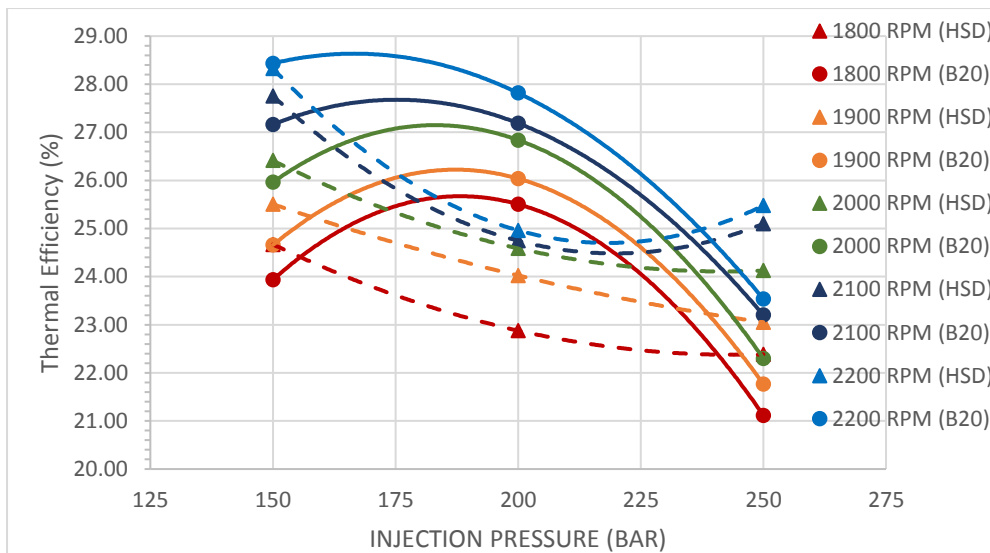
dapat disimpulkan efisiensi thermal terbesar didapatkan pada tekanan 200 bar pada tiap putaran, kemudian tekanan injeksi 150 bar dan yang paling kecil dengan tekanan injeksi 250 bar



Gambar 4. 7. Grafik Perbandingan Effisiensi Thermal dengan Tekanan Injeksi Terhadap Jenis Bahan Bakar HSD Pertamina



Gambar 4. 8. Grafik Perbandingan Effisiensi Thermal dengan Tekanan Injeksi terhadap Jenis Bahan Bakar Biodiesel Kemiri (B20)



Gambar 4. 9. Grafik Perbandingan Effisiensi Thermal dengan Tekanan Injeksi terhadap Jenis Bahan Bakar HSD dan Biodiesel Kemiri (B20)

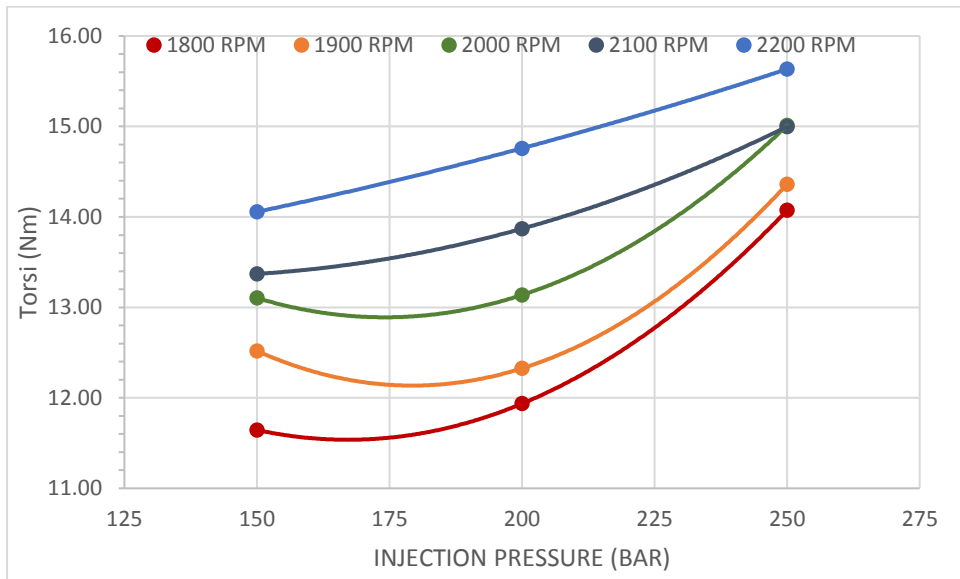
Berdasarkan gambar 4.9 grafik perbandingan efisiensi thermal dengan tekanan injeksi terhadap jenis bahan bakar HSD Pertamina dan Biodiesel Kemiri (B20) didapat pada kondisi tekanan standart, penggunaan biodiesel kemiri (B20) memiliki efisiensi yang lebih baik dibanding menggunakan HSD Pertamina. Tetapi untuk tekanan yang lebih kecil dan lebih besar penggunaan HSD Pertamina mendapatkan nilai efisiensi yang lebih baik dibanding menggunakan biodiesel kemiri (B20) pada setiap putaran.

d. Perbandingan Torsi Maksimum Dengan Tekanan Injeksi

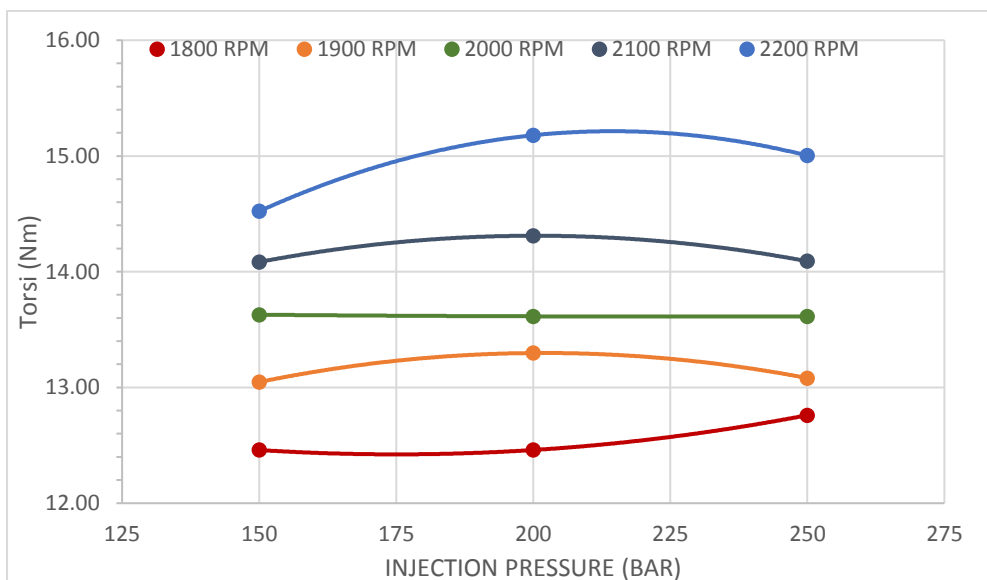
Berdasarkan gambar 4.10 grafik perbandingan torsi maksimum dengan tekanan injeksi pada bahan bakar HSD pertamina pada setiap putaran. Nilai torsi sangat dipengaruhi oleh daya yang nilainya didapat dari SFOC terendah. Torsi tertinggi didapatkan pada putaran 2200 RPM pada tekanan injeksi 250 bar dengan nilai sebesar 15,63 Nm dan torsi terendah yang didapatkan pada putaran 1800 RPM dengan menggunakan bahan bakar HSD pertamina pada tekanan injeksi 150 bar dengan nilai sebesar 11,64 Nm. Dari grafik diatas dapat disimpulkan semakin besar putaran engine dan tekanan injeksi maka torsi yang dihasilkan juga semakin besar.

Berdasarkan gambar 4.11 grafik perbandingan torsi maksimum dengan tekanan injeksi pada bahan bakar Biodiesel Kemiri (B20) pada setiap putaran. Nilai torsi sangat dipengaruhi oleh daya yang nilainya didapat dari SFOC terendah. Torsi tertinggi didapatkan pada putaran 2200 RPM pada tekanan injeksi 200 bar dengan nilai sebesar 15,18 Nm dan torsi terendah yang didapatkan pada putaran 1800 RPM dengan menggunakan bahan bakar biodiesel kemiri (B20) pada

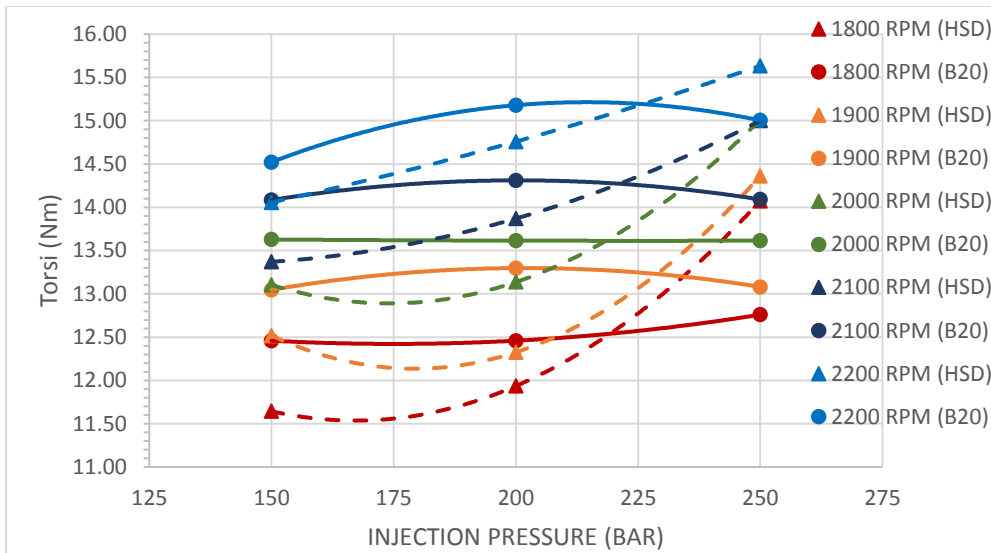
tekanan injeksi 150 bar dan 200 bar dengan nilai sebesar 12,46 Nm. Dari grafik diatas dapat disimpulkan semakin besar putaran engine dan tekanan injeksi maka torsi yang dihasilkan juga semakin besar.



Gambar 4. 10. Grafik Perbandingan Torsi Maksimum dengan Tekanan Injeksi terhadap Bahan Bakar HSD Pertamina



Gambar 4. 11. Grafik Perbandingan Torsi Maksimum dengan Tekanan Injeksi Menggunakan Bahan Bakar Biodiesel Kemiri (B20)



Gambar 4. 12. Grafik Perbandingan Torsi Maksimum dengan Tekanan Injeksi Terhadap Jenis Bahan Bakar HSD Pertamina dan Biodiesel Kemiri (B20)

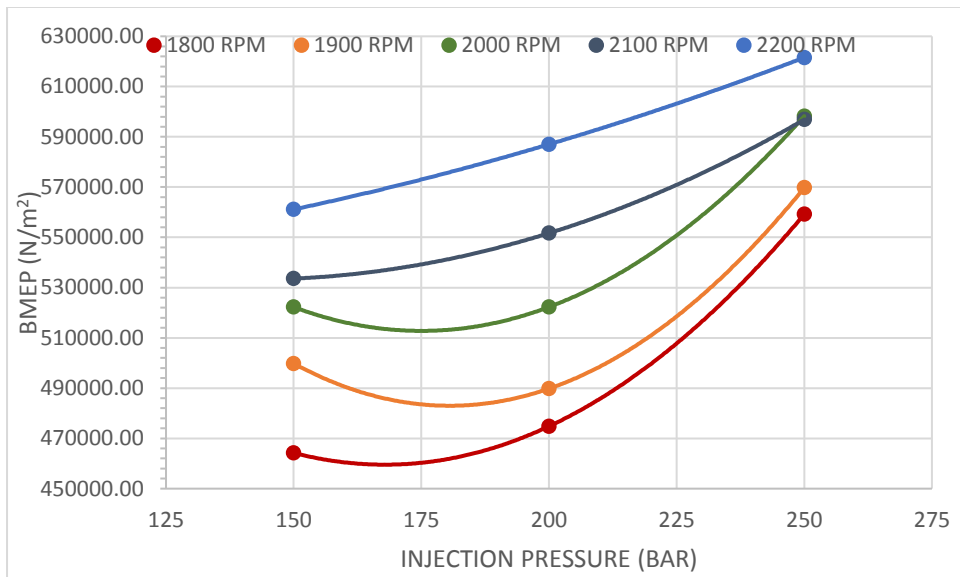
Berdasarkan gambar 4.12 grafik perbandingan torsi maksimum dengan tekanan injeksi menggunakan bahan bakar HSD Pertamina dan Biodiesel Kemiri (B20) didapat penggunaan bahan bakar biodiesel kemiri (B20) menghasilkan torsi yang lebih baik dibanding menggunakan bahan bakar HSD Pertamina, terlihat dari grafik pada semua titik di tekanan 200 bar & 150 nilai torsi biodiesel kemiri (B20). Tetapi untuk tekanan yang lebih besar, menggunakan HSD Pertamina lebih baik dibanding menggunakan biodiesel kemiri (B20) karena nilai torsi nya lebih besar pada setiap putaran.

e. Perbandingan BMEP Dengan Tekanan Injeksi

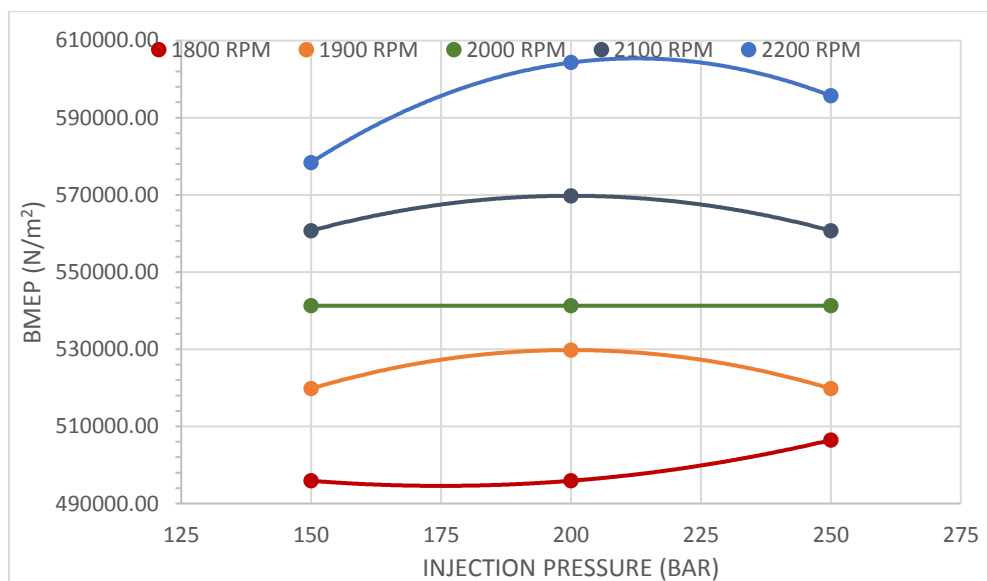
Berdasarkan gambar 4.13 grafik perbandingan BMEP dengan tekanan injeksi pada bahan bakar HSD Pertamina pada setiap putaran. BMEP sangat dipengaruhi oleh daya yang didapat dari nilai SFOC terendah. BMEP tertinggi didapatkan pada putaran 2200 RPM pada tekanan injeksi 250 bar dengan nilai sebesar 621556,45 N/m² dan BMEP terendah yang didapatkan pada putaran 1800 RPM dengan menggunakan bahan bakar HSD Pertamina pada tekanan injeksi 150 bar dengan nilai sebesar 464248,95 N/m². Dari grafik diatas dapat disimpulkan semakin besar putaran engine dan tekanan injeksi maka BMEP yang dihasilkan juga semakin besar.

Berdasarkan gambar 4.14 grafik perbandingan BMEP dengan tekanan injeksi pada bahan bakar Biodiesel Kemiri (B20) pada setiap putaran. BMEP sangat dipengaruhi oleh daya yang didapat dari nilai SFOC terendah. BMEP tertinggi didapatkan pada putaran 2200 RPM pada tekanan injeksi 200 bar dengan nilai sebesar 604290,99 N/m² dan BMEP terendah yang didapatkan pada putaran 1800

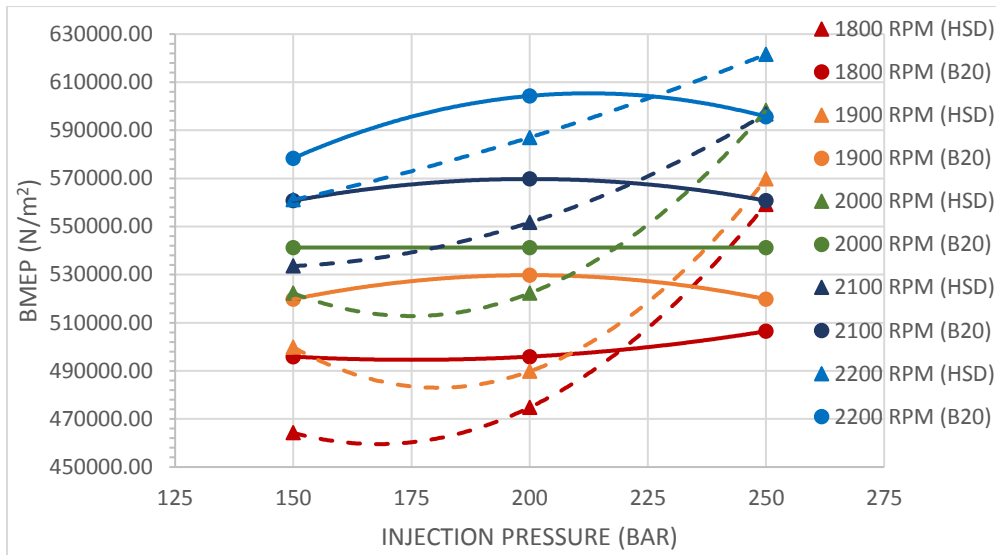
RPM dengan menggunakan bahan bakar biodiesel kemiri (B20) pada tekanan injeksi 150 bar dan 200 bar dengan nilai sebesar 495902,29 N/m². Dari grafik diatas dapat disimpulkan semakin besar putaran engine dan tekanan injeksi maka torsi yang dihasilkan juga semakin besar.



Gambar 4. 13. Grafik Perbandingan BMEP dengan Tekanan Injeksi Menggunakan Bahan Bakar HSD Pertamina



Gambar 4. 14. Grafik Perbandingan BMEP dengan Tekanan Injeksi Menggunakan Bahan Bakar Biodiesel Kemiri (B20)



Gambar 4. 15. Grafik Perbandingan BMEP dengan Tekanan Injeksi Terhadap Jenis Bahan Bakar HSD Pertamina dan Biodiesel Kemiri (B20)

Berdasarkan gambar 4.15 grafik perbandingan BMEP dengan tekanan injeksi pada bahan bakar HSD Pertamina dan Biodiesel Kemiri (B20) didapat menggunakan bahan bakar kemiri (B20) lebih baik dibanding menggunakan HSD Pertamina karena nilai BMEP yang didapat lebih besar pada setiap putarannya. Tetapi untuk tekanan 250 bar, menggunakan HSD Pertamina lebih baik dibanding menggunakan biodiesel kemiri (B20) karena didapatkan nilai BMEP lebih besar pada tiap putarannya.

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Biodiesel kemiri memiliki properties yang sesuai dengan standart nasional biodiesel. Dari 5 properties yang meliputi densitas, viscositas, flash point, pour point dan nilai kalor, nilai yang didapat semuanya memenuhi standart nasional untuk biodiesel.
2. Berdasarkan pengujian pada mesin dengan beberapa variasi tekanan injeksi dapat diketahui hasil performa yang didapat diantaranya sebagai berikut :
 - a. Daya yang didapat berbanding lurus dengan putaran engine pada semua tekanan injeksi, semakin besar putaran engine maka semakin besar juga daya yang dihasilkan oleh engine. Berdasarkan grafik perbandingan SFOC dengan daya pada semua tekanan injeksi, pada putaran 2200 RPM daya yang dihasilkan besar tetapi nilai SFOC naik dikarenakan pada putaran 2100 RPM telah mencapai peak power pada engine. Daya yang didapatkan menggunakan biodiesel kemiri (B20) lebih baik dibandingkan dengan menggunakan HSD Pertamina, dimana daya yang dihasilkan lebih besar pada setiap putarannya. Tetapi pada tekanan injeksi 250 bar, penggunaan HSD pertamina menghasilkan daya yang lebih besar pada setiap tekanannya.
 - b. Nilai SFOC yang didapat berbanding terbalik dengan putaran engine, dimana semakin besar putaran dari engine maka nilai SFOC yang didapat semakin kecil. Tetapi pada putaran 2100 RPM menuju 2200 RPM SFOC mengalami peningkatan yang disebabkan karena engine mengalami overload. Semakin besar tekanan injeksi yang digunakan, SFOC yang dihasilkan menjadi semakin besar pada setiap putaran. Penggunaan biodiesel kemiri (B20) menghasilkan nilai SFOC yang paling baik hanya pada tekanan standart (200 bar) dimana nilai SFOC menggunakan bahan bakar biodiesel kemiri (B20) lebih kecil dibandingkan menggunakan bahan bakar HSD Pertamina. Tetapi untuk tekanan injeksi yang lebih besar (250 bar) atau lebih kecil (150 bar) menggunakan bahan bakar HSD Pertamina lebih baik karena nilai SFOC yang lebih kecil dibanding menggunakan bahan bakar biodiesel kemiri (B20) pada setiap putarannya.
 - c. Effisiensi thermal sangat dipengaruhi oleh daya dan nilai kalor dari bahan bakar yang digunakan, maka dari itu, effisiensi thermal berbanding lurus dengan putaran, dimana semakin besar putaran engine maka effisiensi thermalnya semakin besar. Semakin kecil tekanan injeksi maka effisiensi

thermal yang dihasilkan semakin besar. Penggunaan biodiesel kemiri (B20) menghasilkan nilai efisiensi thermal yang paling baik hanya pada tekanan standart (200 bar) dimana nilai efisiensi thermalnya lebih besar dibanding menggunakan bahan bakar HSD Pertamina. Tetapi untuk tekanan injeksi yang lebih besar (250 bar) dan yang lebih kecil (150 bar) menggunakan bahan bakar HSD Pertamina lebih baik karena nilai efisiensi thermal lebih besar dibanding menggunakan bahan bakar biodiesel kemiri (B20) pada setiap putarannya.

- d. Torsi berhubungan erat dengan daya, dimana semakin besar daya yang dihasilkan maka semakin besar torsi yang didapatkan. Semakin besar tekanan injeksi maka torsi yang dihasilkan semakin besar. Torsi paling baik didapatkan dengan menggunakan bahan bakar biodiesel kemiri (B20) karena nilai torsi yang dihasilkan lebih besar dibanding menggunakan bahan bakar HSD Pertamina. Tetapi untuk tekanan yang lebih besar (250 Bar) torsi yang dihasilkan bahan bakar HSD Pertamina lebih besar dibanding menggunakan biodiesel kemiri (B20)
- e. BMEP berhubungan erat dengan daya yang dikeluarkan, dimana semakin besar daya yang dihasilkan maka semakin besar BMEP yang didapat. Tekanan injeksi yang lebih besar menghasilkan BMEP yang lebih besar. BMEP yang paling baik didapatkan menggunakan bahan bakar biodiesel kemiri (B20) karena BMEP yang dihasilkan lebih besar dibanding menggunakan bahan bakar HSD Pertamina. Tetapi untuk tekanan yang lebih besar (250 bar) BMEP yang dihasilkan bahan bakar HSD Pertamina lebih besar dibanding menggunakan biodiesel kemiri (B20).

5.2. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai proses combustion serta gas buang yang dihasilkan dari perbedaan tekanan injeksi.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambahkan beberapa variasi tekanan untuk mendapatkan hasil yang lebih bervariasi.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dalam pengujian dengan menambahkan heater bahan bakar untuk melihat dampak pada performa mesin.

REFERENSI

- Anon., 2015. *SNI BIODIESEL*. [Online]
Available at: <http://btbrd.bppt.go.id/index.php/biodiesel-faq?id=%2094>
- Ashari, A., 2017. Pengaruh Variasi Tekanan Injektor Dan Putaran Terhadap Performa Dan Gas Buang Pada Motor Diesel. *Jurnal Teknik Mesin*.
- Aziz, I., 2007. Kinetika Reaksi Transesterifikasi Minyak Goreng. *Jurnal Valensi Volume 1, No. 1*.
- Celiktan, I., 2003. An experimental investigation of the effect of the injection pressure on engine performance and exhaust emission in indirect injection diesel engines. *Applied Thermal Engineering* 23, pp. 2051-2060.
- Estrada, F., Gusmao, R., Mudjijati & Indraswati, N., 2007. *PENGAMBILAN MINYAK KEMIRI DENGAN CARA PENGEPRESAN DAN DILANJUTKAN EKSTRAKSI CAKE OIL*. 6 ed. Surabaya: WIDYA TEKNIK.
- Jindal, S., Nandwana, B., Rathore, N. & Vashista, V., 2010. Experimental investigation of the effect of compression ratio and injection pressure in a direct injection diesel engine running on Jatropha methyl ester. *Applied Thermal Engineering* 30, pp. 442-448.
- Ketaren, S., 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI Press).
- Kumbhar, S. R. & Dange, H. M., 2004. Performance Analysis Of Single Cylinder Diesel Engine, Using Diesel Blended with Thumba Oil. *International Journal of Soft Computing and Engineering*, pp. 24-30.
- Kuncahyo, P., 2013. ANALISA PREDIKSI POTENSI BAHAN BAKU BIODIESEL SEBAGAI SUPLEMEN BAHAN BAKAR MOTOR DIESEL DI INDONESIA. *JURNAL TEKNIK POMITS*, pp. 62-66.

Lee, S.-w., Tanaka, D., Kusaka, J. & Daisho, Y., 2002. Effects of diesel fuel characteristics on spray and combustion in a diesel engine. *JSAE Review* 23, pp. 407-414.

Lima, J. R. d. O. et al., 2011. *Indian-nut (Aleurites moluccana) and tucum (Astrocaryum vulgare), non agricultural sources for biodiesel production using ethanol: composition characterization and optimization of the reactional production conditions*. Linkoping: s.n.

Mahlinda, M. & Busthan, M., 2017. *Transesterifikasi In Situ Biji Kemiri (Aleurites molluccana L) Menggunakan Metanol Daur Ulang dengan Bantuan Gelombang Ultrasonik*. 37 ed. Banda Aceh: AGRITECH.

Pramana, A. A. S. D., 2015. PENGUJIAN PERFORMANCE BIODIESEL BIJI ALPUKAT DITINJAU DARI KARAKTERISTIK PANJANG PENYEMPROTAN DAN UKURAN BUTIRAN. *Jurnal Logic*, pp. 164-170.

Purwanto, F., 2014. ANALISA PENGARUH TEKANAN PEMBUKAAN INJEKTOR (NOSEL TERHADAP KINERJA MESIN PADA MOTOR DIESEL INJEKSI TIDAK LANGSUNG/INDIRECT INJECTION. *PROTON*, Vol 6 No.1, pp. 30-35.

Rabiman & Arifin, Z., 2011. *Sistem Bahan Bakar Motor Diesel*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Risnoyatiningsih, S., 2010. BIODIESEL FROM AVOCADO SEEDS BY TRANSESTERIFICATION PROCESS. *Jurnal Teknik Kimia*, pp. 345-351.

Sudarmanta, B. & Sungkono, D., n.d. Transesterifikasi Crude Palm Oil dan Uji Karakteristik Semprotan Menggunakan injektor Motor Diesel. pp. 62-67.

LAMPIRAN I

PEMBUATAN BIODIESEL

I. Esterifikasi

Proses ini bertujuan untuk menurunkan kadar Free Fatty Acid (FFA). Proses ini menggunakan 8% methanol dan H_2SO_4 sebanyak 0,1%. Proses pengerjaannya sebagai berikut :

1. Panaskan minyak kemiri sampai $35^{\circ}C$.
2. Masukkan methanol sebanyak 8% kemudian aduk selama 5 menit.
3. Masukkan 0,1% H_2SO_4 kedalam campuran tersebut.
4. Aduk selama 60 menit dengan suhu tetap pada $35^{\circ}C$
5. Diamkan minyak selama 8 jam

Esterifikasi hanya merubah warna minyak kemiri.



Gambar 6. 1. Hasil Esterifikasi

II. Transesterifikasi

Proses ini bertujuan untuk memisahkan kandungan gliserol yang ada pada minyak. Proses ini menggunakan metoxide dengan campuran 12% methanol dan KOH sebanyak 1% dari berat minyak. Proses pengerjaan sebagai berikut :

1. Buat metoxide dengan komposisi 12% methanol dan KOH sebanyak 1% berat minyak
2. Masukkan 50% metoxide ke dalam minyak biji kemiri yang telah di esterifikasi dan aduk hingga suhu $57^{\circ}C$
3. Setelah mencapai suhu tersebut, masukkan 50% sisa metoxide dan aduk selama 60-90 menit pada suhu $57^{\circ}C$
4. Diamkan hingga gliserol yang ada pada minyak mengendap

Proses ini memisahkan gliserol dengan cairan FAME, dimana pada proses pengerjaan untuk praktikum kali ini, terdapat 100 ml gliserol dari total 500 ml FAME, dapat diambil kesimpulan gliserol yang terpisah sebanyak 20%.



Gambar 6. 2. Hasil Transesterifikasi

III. Washing

Proses ini bertujuan untuk pemurnian FAME hasil transesterifikasi. Proses ini menggunakan asam cuka sebanyak 1% volume minyak yang dicampuran dengan aquades dengan perbandingan 1:1 dengan volume FAME hasil transesterifikasi. Proses ini dilakukan 2 – 3 kali hingga warna aquades yang terpisah jernih.



Gambar 6. 3. Hasil Washing

IV. Destilation

Proses ini bertujuan untuk mengeringkan sisa kandungan aquades yang terdapat pada FAME. Proses ini dilakukan dengan cara memanaskan FAME pada suhu titik didih air selama kurang lebih 30 – 60 menit. Proses ini dilakukan hingga warna menjadi kuning terang.

LAMPIRAN II PERHITUNGAN

Bahan Bakar HSD Pertamina dengan Tekanan Injeksi 250 Bar

Putaran Engine		Beban	Putaran Aluminator	Alternator		Volume Bahan Bakar	Waktu	Waktu	Waktu
(rpm) kontrol	(rpm) aktual			Tegangan	Arus				
(watt)	(rpm)	(volt)	(ampere)	(m3)	(detik)	(menit)	(jam)		
1800	1804	1000	1309	178	3.74	0.00001	66.29	1.105	0.0184
1800	1802	2000	1288	188	7.79	0.00001	44	0.733	0.0122
1800	1799	3000	1292	194	11.94	0.00001	33.59	0.560	0.0093
1800	1805	4000	1291	200	15	0.00001	24.85	0.414	0.0069
1900	1897	1000	1370	193	3.91	0.00001	59.3	0.988	0.0165
1900	1903	2000	1371	203	7.94	0.00001	42.11	0.702	0.0117
1900	1896	3000	1361	206	12.36	0.00001	31.11	0.519	0.0086
1900	1900	4000	1362	208	15.42	0.00001	24.02	0.400	0.0067
2000	2004	1000	1447	209	4.18	0.00001	52.12	0.869	0.0145
2000	2004	2000	1444	217	8.43	0.00001	39.68	0.661	0.0110
2000	2005	3000	1439	221	12.83	0.00001	28.79	0.480	0.0080
2000	1997	4000	1430	224	15.93	0.00001	22.67	0.378	0.0063
2100	2103	1000	1514	224	4.31	0.00001	47.8	0.797	0.0133
2100	2102	2000	1510	230	8.71	0.00001	38.3	0.638	0.0106
2100	2102	3000	1508	234	13.26	0.00001	27.33	0.456	0.0076
2100	2103	4000	1505	235	16.06	0.00001	22.05	0.368	0.0061
2200	2202	1000	1587	238	4.52	0.00001	43.82	0.730	0.0122
2200	2204	2000	1585	245	9.15	0.00001	35.43	0.591	0.0098
2200	2200	3000	1578	248	13.69	0.00001	25.24	0.421	0.0070
2200	2202	4000	1577	249	16.57	0.00001	20.27	0.338	0.0056

Densitas	Efisiensi Slip	Daya	FCR (mf)	SFOC	Torsi	BMEP	LHV	Eff. Thermal
(gr/m3)		(kw)	(gr/h)	(gr/kwh)	(Nm)	(N/m2)	(J/Kg)	(%)
839000	0.992	0.711	455.6	641.0	3.764	149995.33	44281364	12.6828
839000	0.976	1.589	686.5	432.0	8.426	335355.33	44281364	18.8212
839000	0.979	2.506	899.2	358.9	13.308	528773.05	44281364	22.6552
839000	0.978	3.248	1215.5	374.2	17.191	685363.20	44281364	21.7238
839000	0.983	0.813	509.3	626.8	4.093	162457.31	44281364	12.9707
839000	0.984	1.734	717.3	413.5	8.708	346740.73	44281364	19.6589
839000	0.977	2.760	970.9	351.8	13.908	551763.97	44281364	23.1112
839000	0.978	3.474	1257.5	361.9	17.470	694538.57	44281364	22.4615
839000	0.987	0.938	579.5	618.1	4.470	178065.51	44281364	13.1532
839000	0.985	1.967	761.2	386.9	9.379	373633.57	44281364	21.0118
839000	0.981	3.060	1049.1	342.9	14.581	581144.20	44281364	23.7122
839000	0.975	3.875	1332.3	343.8	18.539	735958.84	44281364	23.6457
839000	0.983	1.040	631.9	607.7	4.724	188072.45	44281364	13.3779
839000	0.981	2.163	788.6	364.5	9.833	391286.45	44281364	22.3012
839000	0.979	3.355	1105.2	329.4	15.250	606853.43	44281364	24.6808
839000	0.977	4.089	1369.8	335.0	18.577	739609.83	44281364	24.2687
839000	0.984	1.158	689.3	595.3	5.024	199923.68	44281364	13.6576
839000	0.982	2.416	852.5	352.8	10.473	417141.77	44281364	23.0406
839000	0.978	3.675	1196.7	325.6	15.961	634561.76	44281364	24.9691
839000	0.977	4.469	1490.1	333.4	19.392	771642.13	44281364	24.3842

Bahan Bakar HSD Pertamina dengan Tekanan Injeksi 200 Bar

Putaran Engine		Beban	Putaran Aluminator	Alternator		Volume Bahan Bakar	Waktu	Waktu	Waktu
(rpm) kontrol	(rpm) aktual			Tegangan	Arus				
(watt)	(rpm)	(volt)	(ampere)	(m3)	(detik)	(menit)	(jam)		
1800	1798	1000	1300	178	3.75	0.00001	66.9	1.115	0.0186
1800	1802	2000	1297	189	7.81	0.00001	47.52	0.792	0.0132
1800	1801	3000	1294	198	11.92	0.00001	34.59	0.577	0.0096
1800	1799	4000	1290	193	13.89	0.00001	26.77	0.446	0.0074
1900	1902	1000	1374	193	3.91	0.00001	60.42	1.007	0.0168
1900	1900	2000	1365	201	8.09	0.00001	46.63	0.777	0.0130
1900	1899	3000	1362	206	12.36	0.00001	32.11	0.535	0.0089
1900	1898	4000	1360	207	14.42	0.00001	25.52	0.425	0.0071
2000	2001	1000	1441	207	4.23	0.00001	52.86	0.881	0.0147
2000	2003	2000	1440	215	8.41	0.00001	42.76	0.713	0.0119
2000	2000	3000	1435	219	12.8	0.00001	29.84	0.497	0.0083
2000	1998	4000	1433	220	14.92	0.00001	23.96	0.399	0.0067
2100	2102	1000	1515	222	4.38	0.00001	48.83	0.814	0.0136
2100	2101	2000	1513	229	8.71	0.00001	39.2	0.653	0.0109
2100	2101	3000	1507	233	13.24	0.00001	27.23	0.454	0.0076
2100	2099	4000	1506	234	15.44	0.00001	21.95	0.366	0.0061
2200	2198	1000	1585	236	4.67	0.00001	43.46	0.724	0.0121
2200	2200	2000	1582	243	9	0.00001	35.45	0.591	0.0098
2200	2201	3000	1580	245	13.69	0.00001	25.54	0.426	0.0071
2200	2203	4000	1574	247	15.93	0.00001	20.57	0.343	0.0057

Densitas	Efisiensi Slip	Daya	FCR (mf)	SFOC	Torsi	BMEP	LHV	Eff. Thermal
(gr/m3)		(kw)	(gr/h)	(gr/kwh)	(Nm)	(N/m2)	(J/Kg)	(%)
839000	0.991	0.714	451.5	632.8	3.791	150734.16	44281364	12.8482
839000	0.986	1.585	635.6	401.0	8.404	334100.12	44281364	20.2733
839000	0.984	2.539	873.2	343.9	13.468	535440.16	44281364	23.6370
839000	0.982	2.889	1128.3	390.5	15.345	610061.50	44281364	20.8195
839000	0.990	0.807	499.9	619.2	4.055	161231.95	44281364	13.1298
839000	0.984	1.749	647.7	370.3	8.796	349716.16	44281364	21.9559
839000	0.983	2.744	940.6	342.8	13.804	548797.80	44281364	23.7134
839000	0.982	3.220	1183.5	367.6	16.207	644318.31	44281364	22.1153
839000	0.987	0.940	571.4	608.1	4.487	178381.79	44281364	13.3703
839000	0.985	1.944	706.4	363.4	9.272	368617.32	44281364	22.3723
839000	0.983	3.020	1012.2	335.2	14.424	573463.73	44281364	24.2522
839000	0.983	3.537	1260.6	356.4	16.914	672433.11	44281364	22.8112
839000	0.987	1.043	618.6	593.2	4.739	188416.19	44281364	13.7042
839000	0.987	2.141	770.5	359.9	9.734	387006.70	44281364	22.5864
839000	0.983	3.324	1109.2	333.7	15.116	600944.59	44281364	24.3626
839000	0.983	3.892	1376.0	353.6	17.715	704274.49	44281364	22.9935
839000	0.988	1.181	695.0	588.4	5.134	204128.38	44281364	13.8177
839000	0.985	2.351	852.0	362.5	10.208	405831.80	44281364	22.4286
839000	0.983	3.611	1182.6	327.5	15.675	623183.89	44281364	24.8241
839000	0.979	4.256	1468.4	345.0	18.459	733857.57	44281364	23.5655

Bahan Bakar HSD Pertamina dengan Tekanan Injeksi 150 Bar

Putaran Engine		Beban	Putaran Aluminator	Alternator		Volume Bahan Bakar	Waktu	Waktu	Waktu
(gr/m3)	(rpm) aktual			Tegangan	Arus				
		(watt)	(rpm)	(volt)	(ampere)	(m3)	(detik)	(menit)	(jam)
1800	1808	1000	1299	178	3.74	0.00001	67.9	1.132	0.0189
1800	1809	2000	1304	190	7.81	0.00001	50.52	0.842	0.0140
1800	1805	3000	1326	194	11.91	0.00001	39.59	0.660	0.0110
1800	1804	4000	1292	194	13.8	0.00001	27.27	0.455	0.0076
1900	1900	1000	1370	193	3.91	0.00001	60.72	1.012	0.0169
1900	1903	2000	1372	203	8.13	0.00001	47.13	0.786	0.0131
1900	1908	3000	1370	206	12.37	0.00001	35.61	0.594	0.0099
1900	1901	4000	1362	207	14.4	0.00001	26.52	0.442	0.0074
2000	2004	1000	1445	208	4.08	0.00001	54.86	0.914	0.0152
2000	2001	2000	1440	215	8.38	0.00001	43.76	0.729	0.0122
2000	2005	3000	1438	220	12.78	0.00001	33.84	0.564	0.0094
2000	2007	4000	1437	220	14.92	0.00001	24.46	0.408	0.0068
2100	2104	1000	1516	221	4.22	0.00001	49.83	0.831	0.0138
2100	2105	2000	1516	230	8.7	0.00001	43.2	0.720	0.0120
2100	2108	3000	1513	233	13.24	0.00001	31.03	0.517	0.0086
2100	2101	4000	1508	234	15.44	0.00001	23.05	0.384	0.0064
2200	2201	1000	1586	235	4.37	0.00001	45.96	0.766	0.0128
2200	2201	2000	1580	242	8.97	0.00001	40.45	0.674	0.0112
2200	2209	3000	1584	247	13.68	0.00001	28.74	0.479	0.0080
2200	2205	4000	1579	246	15.93	0.00001	21.97	0.366	0.0061

Densitas	Efisiensi Slip	Daya	FCR (mf)	SFOC	Torsi	BMEP	LHV	Eff. Thermal
(gr/m3)		(kw)	(gr/h)	(gr/kwh)	(Nm)	(N/m2)	(J/Kg)	(%)
839000	0.984	0.716	444.8	621.2	3.784	150447.93	44281364	13.0879
839000	0.988	1.591	597.9	375.8	8.403	334064.88	44281364	21.6346
839000	1.006	2.431	762.9	313.9	12.867	511533.10	44281364	25.9032
839000	0.981	2.889	1107.6	383.4	15.301	608305.97	44281364	21.2061
839000	0.988	0.809	497.4	615.0	4.067	161702.70	44281364	13.2196
839000	0.988	1.769	640.9	362.2	8.882	353131.33	44281364	22.4434
839000	0.984	2.743	848.2	309.2	13.734	546034.56	44281364	26.2898
839000	0.982	3.215	1138.9	354.2	16.160	642479.84	44281364	22.9526
839000	0.988	0.910	550.6	605.3	4.337	172408.80	44281364	13.4316
839000	0.986	1.935	690.2	356.7	9.239	367302.40	44281364	22.7911
839000	0.983	3.030	892.6	294.6	14.437	573982.20	44281364	27.5968
839000	0.981	3.543	1234.8	348.5	16.867	670561.34	44281364	23.3270
839000	0.987	1.000	606.1	605.9	4.543	180596.49	44281364	13.4172
839000	0.987	2.147	699.2	325.6	9.746	387482.12	44281364	24.9692
839000	0.983	3.322	973.4	293.0	15.056	598561.46	44281364	27.7445
839000	0.983	3.890	1310.4	336.8	17.691	703340.44	44281364	24.1368
839000	0.987	1.101	657.2	596.6	4.781	190085.89	44281364	13.6259
839000	0.983	2.337	746.7	319.5	10.145	403324.40	44281364	25.4454
839000	0.982	3.642	1050.9	288.6	15.752	626226.80	44281364	28.1728
839000	0.981	4.229	1374.8	325.1	18.326	728572.09	44281364	25.0108

Bahan Bakar Biodiesel Kemiri (B20) dengan Tekanan Injeksi 250 Bar

Putaran Engine		Beban	Putaran Aluminator	Alternator		Volume Bahan Bakar	Waktu	Waktu	Waktu
(rpm) kontrol	(rpm) aktual			Tegangan	Arus				
(watt)	(rpm)	(volt)	(ampere)	(m3)	(detik)	(menit)	(jam)		
1800	1799	1000	1297	179	3.76	0.00001	54	0.900	0.0150
1800	1803	2000	1297	190	7.82	0.00001	42	0.700	0.0117
1800	1797	3000	1290	193	11.89	0.00001	32	0.533	0.0089
1800	1800	4000	1291	193	13.89	0.00001	26	0.433	0.0072
1900	1898	1000	1368	192	3.9	0.00001	50	0.833	0.0139
1900	1902	2000	1368	203	8.12	0.00001	39	0.650	0.0108
1900	1899	3000	1362	206	12.35	0.00001	30	0.500	0.0083
1900	1897	4000	1361	206	14.4	0.00001	24	0.400	0.0067
2000	2003	1000	1447	208	4.08	0.00001	46	0.767	0.0128
2000	1999	2000	1438	216	8.41	0.00001	36	0.600	0.0100
2000	2000	3000	1435	220	12.81	0.00001	28	0.467	0.0078
2000	2003	4000	1434	220	14.95	0.00001	22	0.367	0.0061
2100	2096	1000	1513	224	4.24	0.00001	42	0.700	0.0117
2100	2104	2000	1519	231	8.72	0.00001	35	0.583	0.0097
2100	2102	3000	1513	234	13.27	0.00001	26	0.433	0.0072
2100	2100	4000	1504	234	15.46	0.00001	20	0.333	0.0056
2200	2205	1000	1599	241	4.43	0.00001	38	0.633	0.0106
2200	2201	2000	1585	245	9.03	0.00001	32	0.533	0.0089
2200	2197	3000	1574	247	13.67	0.00001	24	0.400	0.0067
2200	2209	4000	1580	249	16.01	0.00001	19	0.317	0.0053

Densitas	Efisiensi Slip	Daya	FCR (mf)	SFOC	Torsi	BMEP	LHV	Eff. Thermal
(gr/m3)		(kw)	(gr/h)	(gr/kwh)	(Nm)	(N/m2)	(J/Kg)	(%)
854400	0.983	0.725	569.6	785.4	3.852	153047.65	43280132.8	10.5911
854400	0.983	1.601	732.3	457.4	8.484	337867.29	43280132.8	18.1852
854400	0.977	2.486	961.2	386.6	13.219	524656.70	43280132.8	21.5153
854400	0.978	2.902	1183.0	407.6	15.405	612433.70	43280132.8	20.4058
854400	0.982	0.808	615.2	761.8	4.065	161437.90	43280132.8	10.9189
854400	0.982	1.778	788.7	443.7	8.929	355378.98	43280132.8	18.7482
854400	0.978	2.756	1025.3	372.1	13.864	550912.77	43280132.8	22.3567
854400	0.977	3.216	1281.6	398.6	16.195	642831.80	43280132.8	20.8695
854400	0.987	0.911	668.7	734.2	4.344	172973.96	43280132.8	11.3297
854400	0.980	1.962	854.4	435.5	9.376	372577.50	43280132.8	19.0985
854400	0.978	3.050	1098.5	360.2	14.569	579222.84	43280132.8	23.0931
854400	0.978	3.562	1398.1	392.5	16.989	676457.46	43280132.8	21.1906
854400	0.982	1.024	732.3	715.5	4.666	185140.19	43280132.8	11.6257
854400	0.986	2.162	878.8	406.4	9.819	391107.78	43280132.8	20.4660
854400	0.982	3.347	1183.0	353.5	15.211	605304.11	43280132.8	23.5297
854400	0.977	3.922	1537.9	392.1	17.844	709419.76	43280132.8	21.2130
854400	0.991	1.141	809.4	709.7	4.942	196923.74	43280132.8	11.7207
854400	0.982	2.384	961.2	403.1	10.350	411671.06	43280132.8	20.6335
854400	0.976	3.664	1281.6	349.7	15.936	632683.50	43280132.8	23.7832
854400	0.979	4.310	1618.9	375.6	18.641	744148.07	43280132.8	22.1455

Bahan Bakar Biodiesel Kemiri (B20) dengan Tekanan Injeksi 200 Bar

Putaran Engine		Beban	Putaran Alternator	Alternator		Volume Bahan Bakar	Waktu	Waktu	Waktu
(rpm) kontrol	(rpm) aktual			Tegangan	Arus				
(watt)	(rpm)	(volt)	(ampere)	(m3)	(detik)	(menit)	(jam)		
1800	1796	1000	1298	174	3.7	0.00001	67	1.117	0.0186
1800	1803	2000	1297	189	7.81	0.00001	50	0.833	0.0139
1800	1802	3000	1295	193	11.91	0.00001	40	0.667	0.0111
1800	1801	4000	1291	192	13.88	0.00001	31	0.517	0.0086
1900	1902	1000	1373	191	3.9	0.00001	60	1.000	0.0167
1900	1903	2000	1370	203	8.12	0.00001	46	0.767	0.0128
1900	1904	3000	1367	207	13.36	0.00001	34	0.567	0.0094
1900	1904	4000	1365	207	14.42	0.00001	28	0.467	0.0078
2000	2004	1000	1446	212	4.2	0.00001	53	0.883	0.0147
2000	1998	2000	1438	216	8.4	0.00001	43	0.717	0.0119
2000	2000	3000	1436	220	12.8	0.00001	34	0.567	0.0094
2000	2000	4000	1433	220	14.92	0.00001	26	0.433	0.0072
2100	2098	1000	1514	221	4.22	0.00001	52	0.867	0.0144
2100	2103	2000	1513	236	8.71	0.00001	40	0.667	0.0111
2100	2103	3000	1509	234	13.24	0.00001	31	0.517	0.0086
2100	2102	4000	1504	233	15.43	0.00001	24	0.400	0.0067
2200	2196	1000	1585	236	4.38	0.00001	48	0.800	0.0133
2200	2197	2000	1580	243	8.99	0.00001	38	0.633	0.0106
2200	2203	3000	1580	248	13.86	0.00001	28	0.467	0.0078
2200	2203	4000	1577	248	15.97	0.00001	23	0.383	0.0064

Densitas	Efisiensi Slip	Daya	FCR (mf)	SFOC	Torsi	BMEP	LHV	Eff. Thermal
(gr/m3)		(kw)	(gr/h)	(gr/kwh)	(Nm)	(N/m2)	(J/Kg)	(%)
854400	0.983	0.693	459.1	662.2	3.688	146285.76	43280132.8	12.5603
854400	0.983	1.591	615.2	386.7	8.429	335659.26	43280132.8	21.5075
854400	0.981	2.481	769.0	310.0	13.153	523510.11	43280132.8	26.8353
854400	0.978	2.885	992.2	343.9	15.305	608821.84	43280132.8	24.1865
854400	0.985	0.800	512.6	640.5	4.021	160012.24	43280132.8	12.9870
854400	0.983	1.775	668.7	376.7	8.912	354860.18	43280132.8	22.0810
854400	0.981	2.985	904.7	303.1	14.977	596669.80	43280132.8	27.4420
854400	0.980	3.226	1098.5	340.5	16.188	644953.97	43280132.8	24.4281
854400	0.986	0.956	580.3	606.9	4.559	181611.20	43280132.8	13.7056
854400	0.980	1.959	715.3	365.1	9.370	372134.49	43280132.8	22.7849
854400	0.979	3.045	904.7	297.1	14.548	578367.63	43280132.8	28.0003
854400	0.977	3.557	1183.0	332.6	16.993	675571.13	43280132.8	25.0106
854400	0.983	1.004	591.5	588.9	4.574	181678.95	43280132.8	14.1246
854400	0.982	2.215	769.0	347.1	10.064	400697.84	43280132.8	23.9632
854400	0.980	3.348	992.2	296.4	15.209	605536.56	43280132.8	28.0654
854400	0.977	3.898	1281.6	328.8	17.716	705017.31	43280132.8	25.2976
854400	0.982	1.114	640.8	575.2	4.847	192345.76	43280132.8	14.4609
854400	0.979	2.362	809.4	342.7	10.271	407788.19	43280132.8	24.2711
854400	0.979	3.716	1098.5	295.6	16.117	641628.42	43280132.8	28.1393
854400	0.977	4.290	1337.3	311.7	18.606	740714.20	43280132.8	26.6840

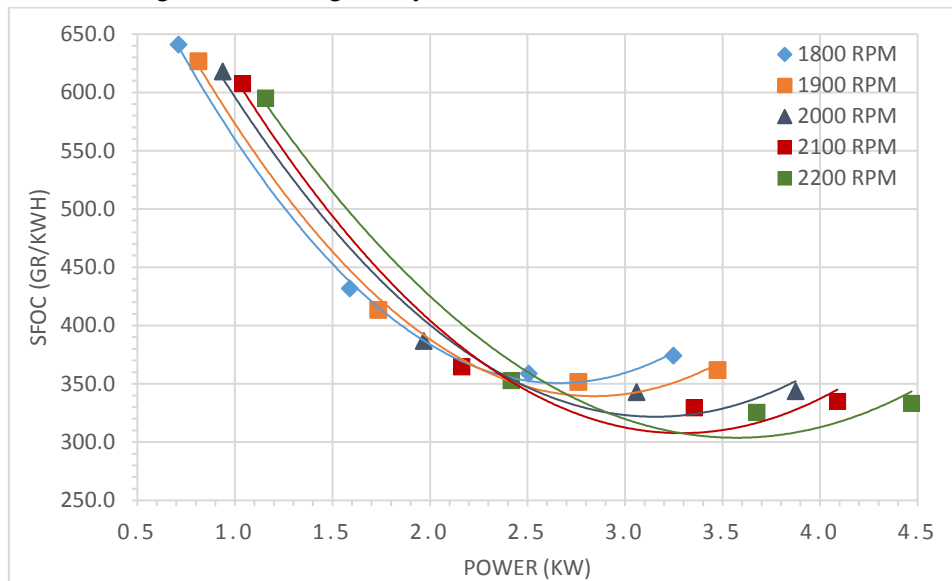
Bahan Bakar Biodiesel Kemiri (B20) dengan Tekanan Injeksi 150 Bar

Putaran Engine		Beban	Putaran Aluminator	Alternator		Volume Bahan Bakar	Waktu	Waktu	Waktu
(rpm) kontrol	(rpm) aktual			Tegangan	Arus				
(watt)	(rpm)	(volt)	(ampere)	(m3)	(detik)	(menit)	(jam)		
1800	1804	1000	1305	175	3.73	0.00001	70.9	1.182	0.0197
1800	1803	2000	1299	188	7.82	0.00001	50.52	0.842	0.0140
1800	1802	3000	1295	192	11.93	0.00001	35.59	0.593	0.0099
1800	1804	4000	1291	192	13.89	0.00001	30.07	0.501	0.0084
1900	1898	1000	1368	189	3.89	0.00001	64.92	1.082	0.0180
1900	1904	2000	1370	202	8.12	0.00001	46.63	0.777	0.0130
1900	1904	3000	1369	206	12.36	0.00001	33.11	0.552	0.0092
1900	1897	4000	1365	205	14.42	0.00001	28.02	0.467	0.0078
2000	2001	1000	1441	205	4.06	0.00001	58.86	0.981	0.0164
2000	2003	2000	1442	215	8.41	0.00001	44.76	0.746	0.0124
2000	1998	3000	1434	218	12.77	0.00001	31.54	0.526	0.0088
2000	2003	4000	1437	219	14.93	0.00001	26.46	0.441	0.0074
2100	2101	1000	1516	221	4.22	0.00001	53.83	0.897	0.0150
2100	2105	2000	1514	229	8.71	0.00001	42.2	0.703	0.0117
2100	2103	3000	1504	232	13.22	0.00001	30.23	0.504	0.0084
2100	2102	4000	1507	232	15.43	0.00001	24.55	0.409	0.0068
2200	2205	1000	1588	236	4.39	0.00001	49.46	0.824	0.0137
2200	2205	2000	1585	243	9.01	0.00001	40.45	0.674	0.0112
2200	2204	3000	1577	247	13.68	0.00001	28.54	0.476	0.0079
2200	2203	4000	1574	246	15.94	0.00001	22.97	0.383	0.0064

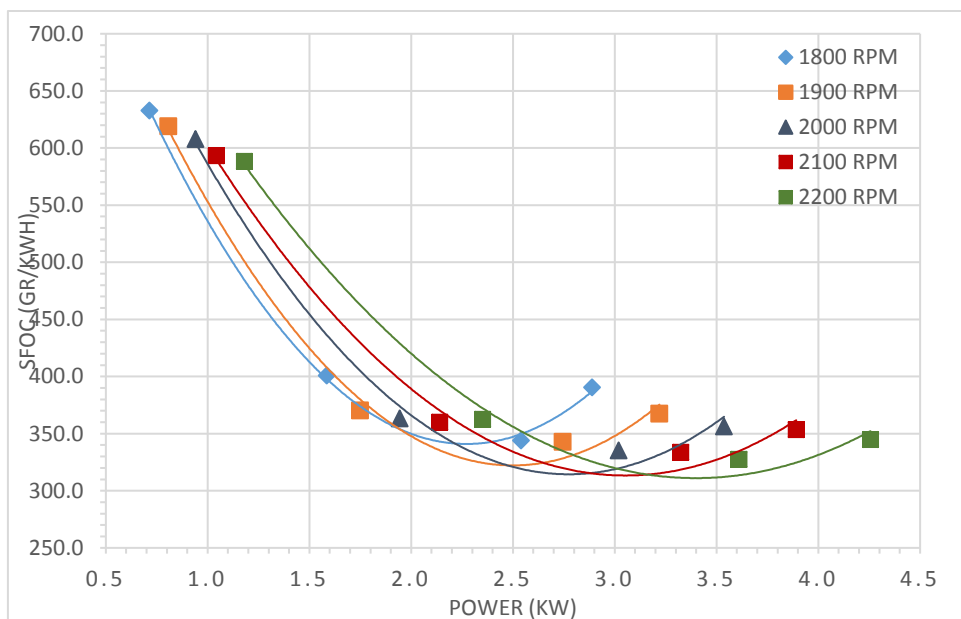
Densitas	Efisiensi Slip	Daya	FCR (mf)	SFOC	Torsi	BMEP	LHV	Eff. Thermal
(gr/m3)		(kw)	(gr/h)	(gr/kwh)	(Nm)	(N/m2)	(J/Kg)	(%)
854400	0.991	0.697	433.8	622.1	3.693	146838.57	43280132.8	13.3713
854400	0.987	1.577	608.8	386.1	8.357	332245.59	43280132.8	21.5461
854400	0.985	2.463	864.2	350.8	13.061	519249.01	43280132.8	23.7087
854400	0.980	2.880	1022.9	355.2	15.254	606430.46	43280132.8	23.4207
854400	0.987	0.788	473.8	601.0	3.968	157771.69	43280132.8	13.8405
854400	0.986	1.762	659.6	374.4	8.841	351471.90	43280132.8	22.2163
854400	0.985	2.737	929.0	339.4	13.733	545991.67	43280132.8	24.5054
854400	0.986	3.175	1097.7	345.7	15.991	635755.67	43280132.8	24.0589
854400	0.987	0.893	522.6	585.0	4.265	169558.55	43280132.8	14.2179
854400	0.986	1.941	687.2	354.0	9.259	368106.06	43280132.8	23.4960
854400	0.983	2.998	975.2	325.3	14.335	569904.41	43280132.8	25.5687
854400	0.983	3.522	1162.4	330.0	16.801	667960.73	43280132.8	25.2041
854400	0.989	0.999	571.4	572.0	4.543	180596.49	43280132.8	14.5415
854400	0.985	2.143	728.9	340.1	9.728	386751.08	43280132.8	24.4594
854400	0.980	3.314	1017.5	307.0	15.058	598653.30	43280132.8	27.0958
854400	0.982	3.859	1252.9	324.7	17.540	697339.77	43280132.8	25.6199
854400	0.987	1.112	621.9	559.3	4.817	191526.91	43280132.8	14.8711
854400	0.985	2.354	760.4	323.0	10.200	405513.74	43280132.8	25.7503
854400	0.980	3.650	1077.7	295.3	15.821	629006.50	43280132.8	28.1689
854400	0.979	4.242	1339.1	315.7	18.396	731345.29	43280132.8	26.3480

LAMPIRAN III GRAFIK

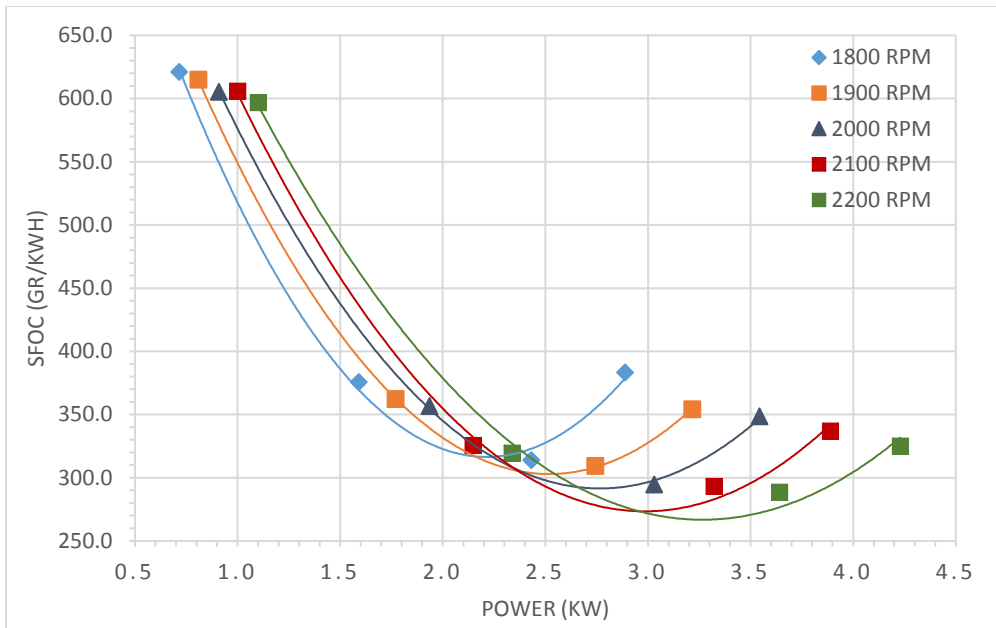
1. Perbandingan SFOC dengan Daya



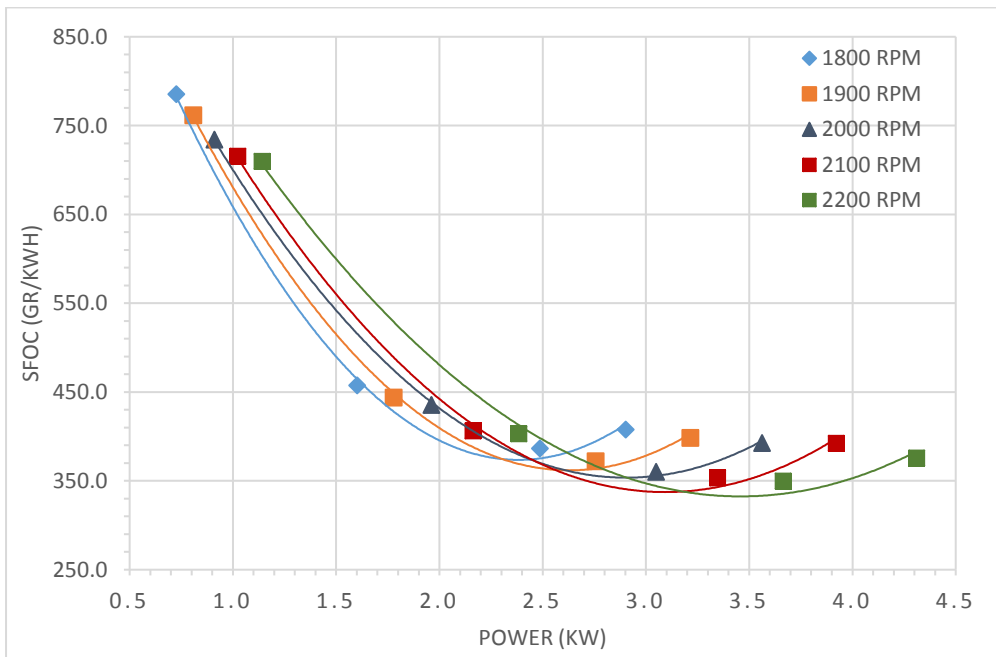
Gambar 6. 4. Grafik Perbandingan SFOC dengan Daya terhadap Jenis Bahan Bakar HSD Pertamina dengan Tekanan Injeksi 250 Bar



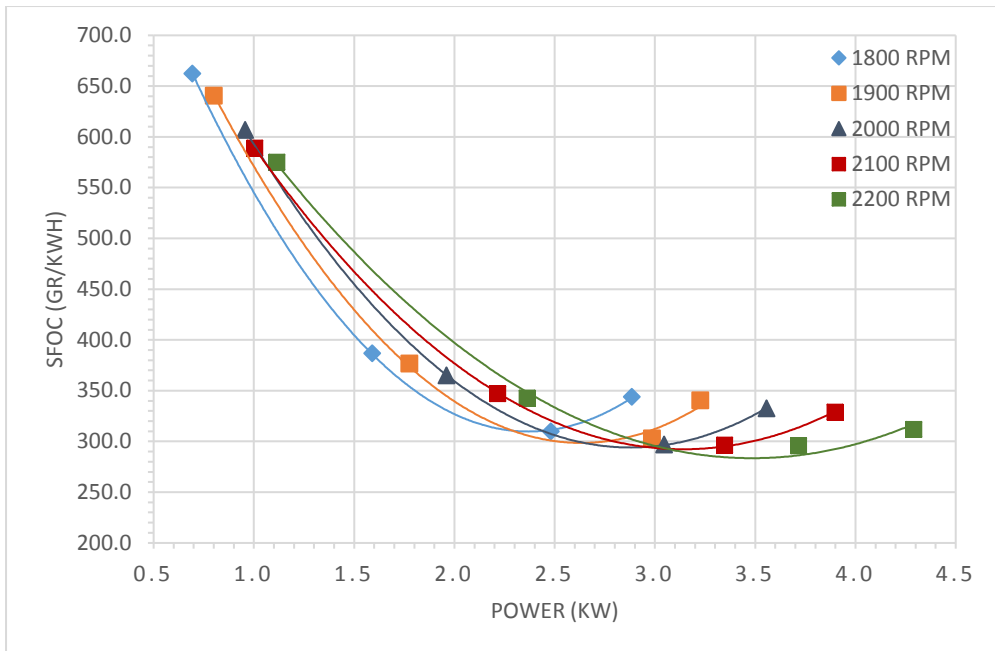
Gambar 6. 5. Grafik Perbandingan SFOC dengan Daya terhadap Jenis Bahan Bakar HSD Pertamina dengan Tekanan Injeksi 250 Bar



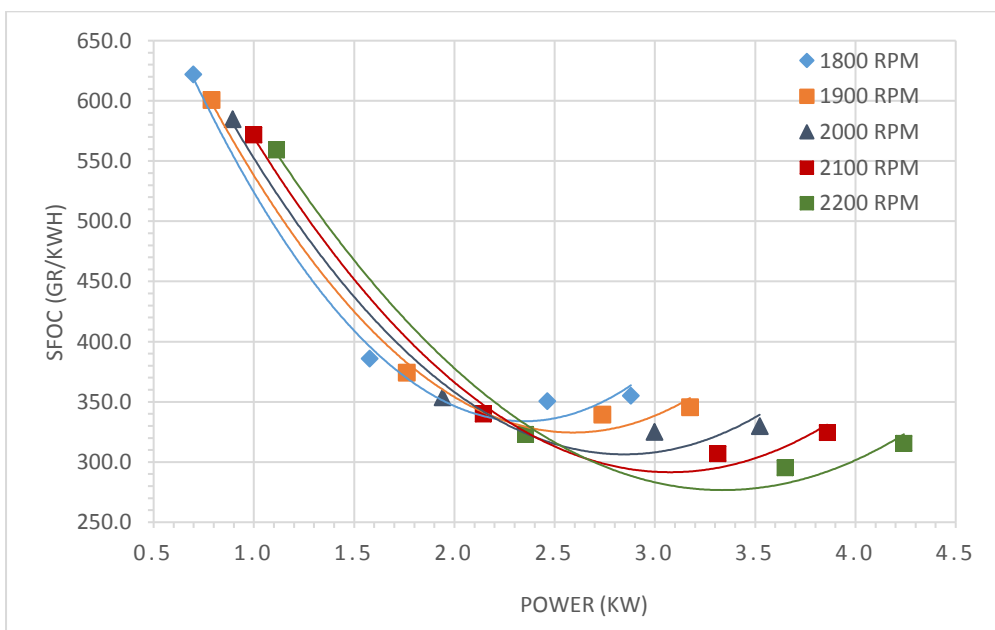
Gambar 6. 6. Perbandingan SFOC dengan Daya terhadap Jenis Bahan Bakar HSD Pertamina dengan Tekanan Injeksi 150 Bar



Gambar 6. 7. Perbandingan SFOC dengan Daya Terhadap Jenis Bahan Bakar Biodiesel Kemiri (B20) dengan Tekanan Injeksi 250 Bar

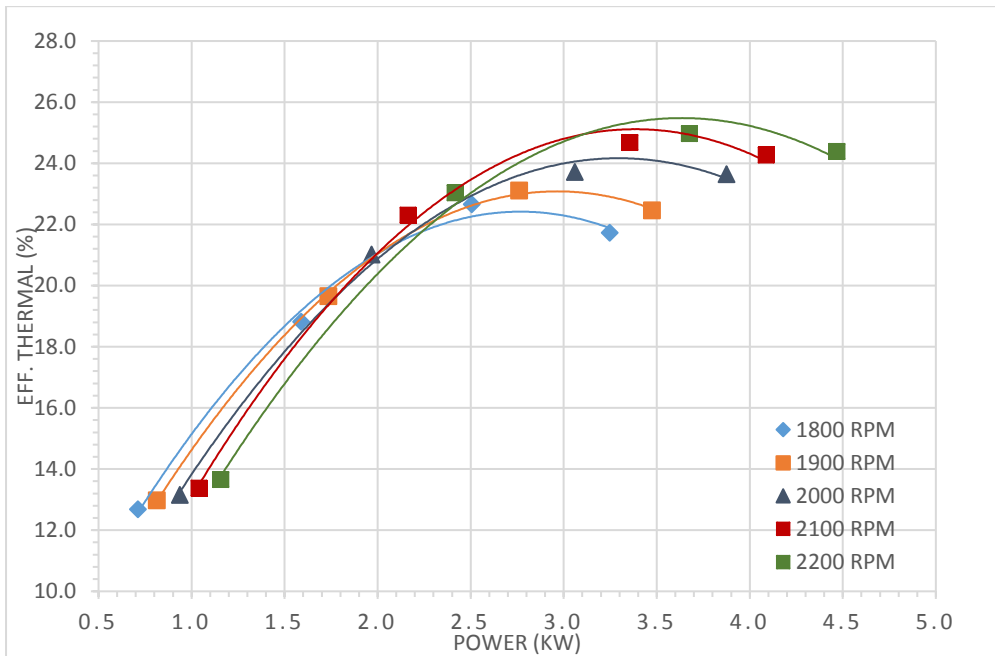


Gambar 6. 8. Perbandingan SFOC dengan Daya terhadap Jenis Bahan Bakar Biodiesel Kemiri (B20) dengan Tekanan Injeksi 200 Bar

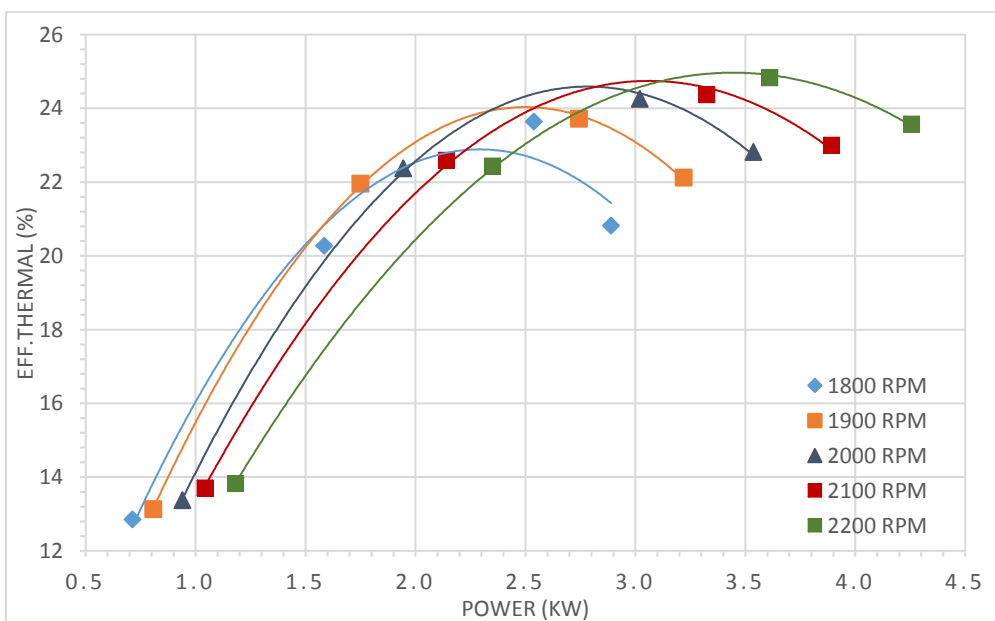


Gambar 6. 9. Perbandingan SFOC dengan Daya terhadap Jenis Bahan Bakar Biodiesel Kemiri (B20) dengan Tekanan Injeksi 150 Bar

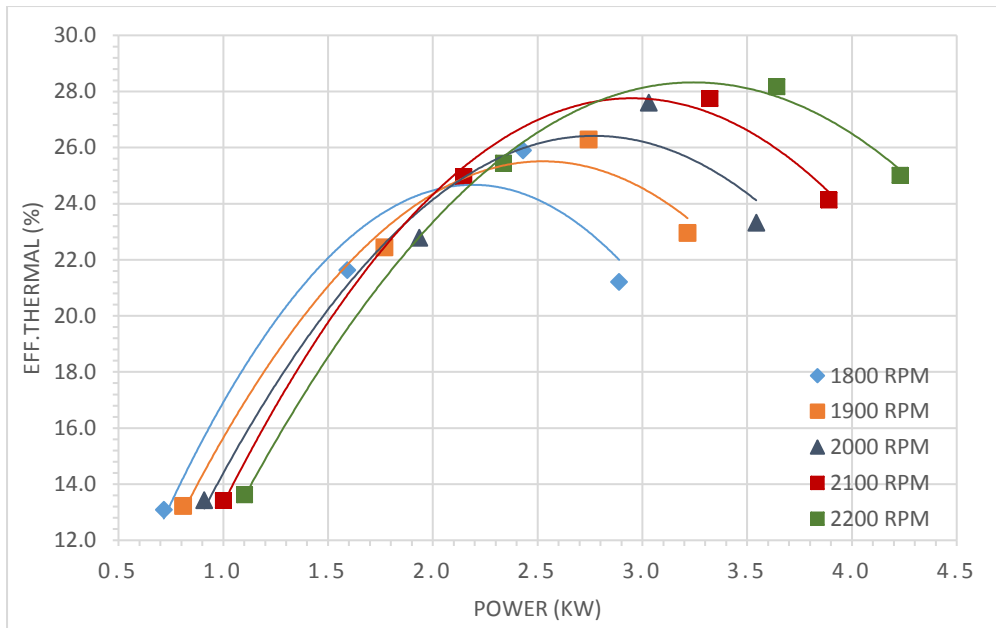
2. Perbandingan Effisiensi Thermal dengan Daya



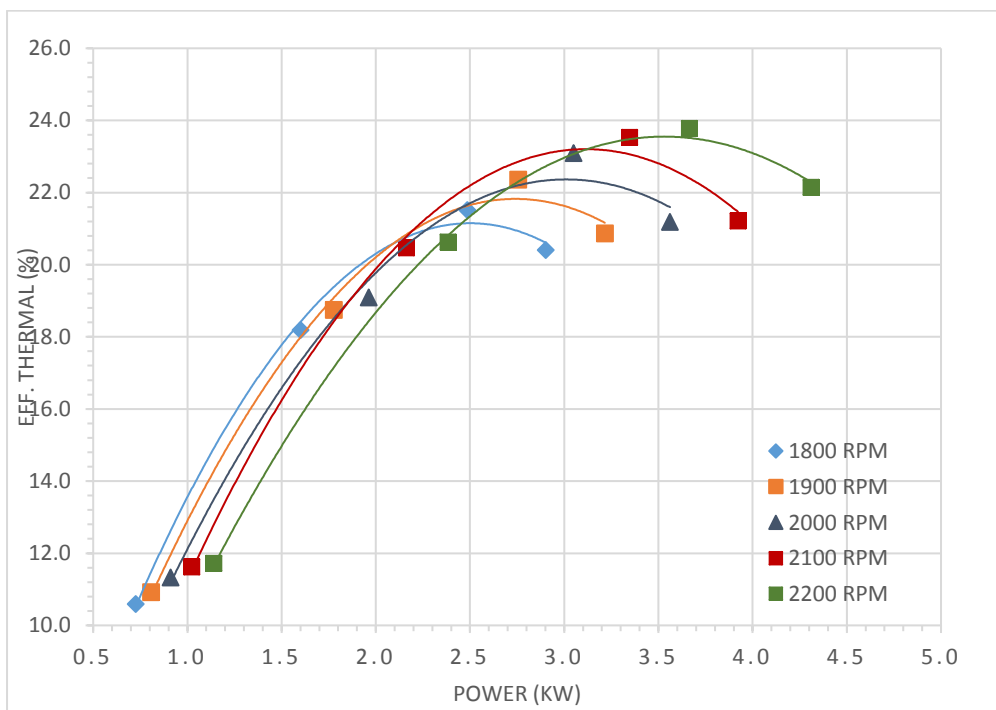
Gambar 6. 10. Perbandingan Effisiensi Thermal dengan Daya Terhadap Jenis Bahan Bakar HSD Pertamina dengan Tekanan Injeksi 200 Bar



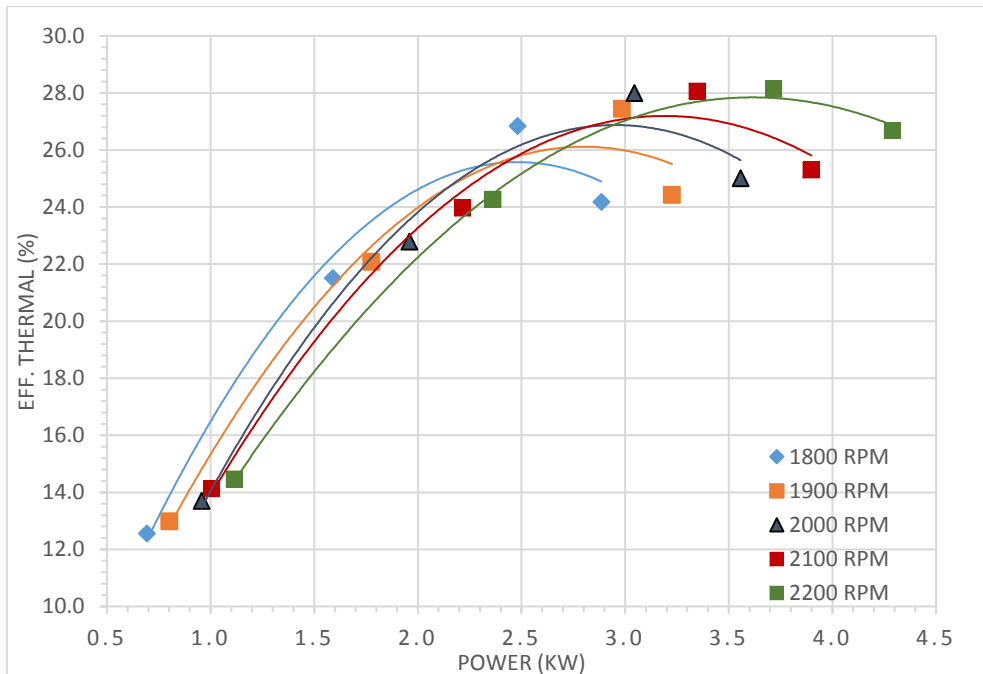
Gambar 6. 11. Perbandingan Effisiensi Thermal dengan Daya Terhadap Jenis Bahan Bakar HSD Pertamina dengan Tekanan Injeksi 200 Bar



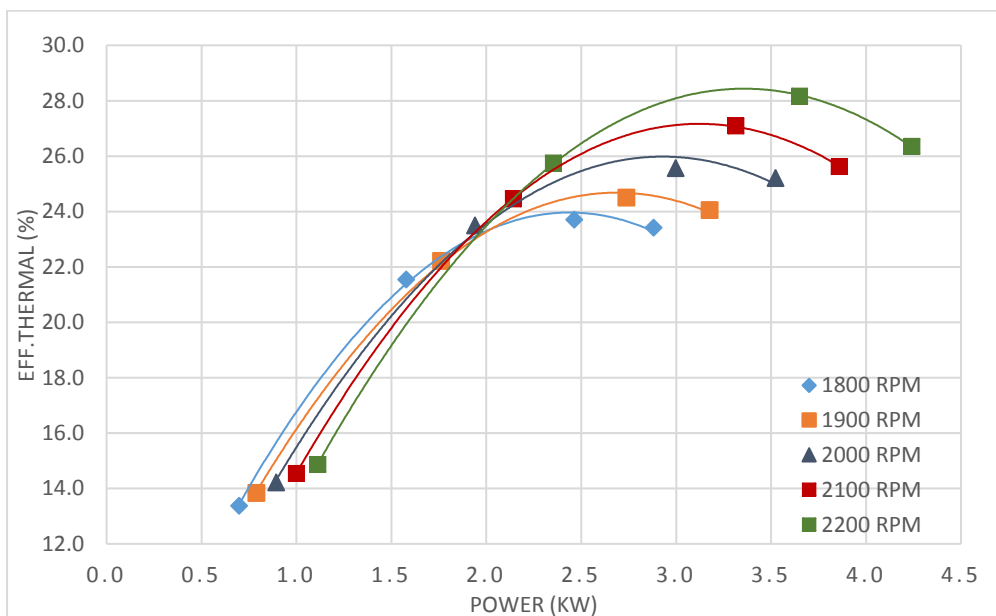
Gambar 6. 12. Perbandingan Effisiensi Thermal dengan Daya Terhadap Jenis Bahan Bakar HSD Pertamina dengan Tekanan Injeksi 150 Bar



Gambar 6. 13. Perbandingan Effisiensi Thermal dengan Daya Terhadap Jenis Bahan Bakar Biodiesel Kemiri dengan Tekanan Injeksi 250 Bar



Gambar 6. 14. Perbandingan Effisiensi Thermal dengan Daya terhadap Jenis Bahan Bakar Biodiesel Kemiri (B20) dengan Tekanan Injeksi 200 Bar



Gambar 6. 15. Perbandingan Effisiensi Thermal dengan Daya terhadap Jenis Bahan Bakar Biodiesel Kemiri (B20) dengan Tekanan Injeksi 150 Bar

LAMPIRAN IV

SURAT HASIL UJI LAB



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
 Gedung Pusat Riset, Lantai Lobby, Kampus ITS Sukolilo - Surabaya 60111
 Telp : 031 - 5953759, Fax : 031 - 5955793, PABX : 1404, 1405
<http://www.lppm.its.ac.id>

LAPORAN HASIL PENGUJIAN

Nama Pemilik : Mohammad Dolimora M

Alamat Pemilik : Teknik Sistem Perkapalan ITS

Nama Contoh : **Biodiesel B100 dan Crude Oil** Tanggal Terima : 22 Mei 2018

Deskripsi : Bentuk : **Padat/Cair/Gas** Tanggal Pengujian : 24 Mei 2018

Contoh Volume : - Tanggal Selesai : 06 Juni 2018

Kemasan : Botol Pengujian : 02

Kode Contoh : **EN-021** Jumlah Contoh : 02

Menyatakan bahwa contoh tersebut di atas telah diuji di Laboratorium Energi & Lingkungan – LPPM ITS.

No.	Nama Contoh	Jenis Uji	Hasil	Satuan	Metode Pengujian
1	Biodiesel B100	<i>Kinematic Viscosity at 40°C</i>	21,30	cSt	ASTM D 445-97
		Nilai Kalor	9.387	Cal/gr	Bomb Kalorimeter
		Densitas	0,916	gr/cm ³	Piknometer
		Pour Point	-18	°C	ASTM D 93-00
		Flash Point	225		
2	Crude Oil	<i>Kinematic Viscosity at 40°C</i>	28,46	cSt	ASTM D 445-97
		Nilai Kalor	9.338	Cal/gr	Bomb Kalorimeter
		Densitas	0,922	gr/cm ³	Piknometer
		Pour Point	-16	°C	ASTM D 93-00
		Flash Point	307		

Suhu : 25,1°C
 Humidity : 57%
 Analisis : WNN, MBB, NRS

Catatan:

- Hasil pengujian hanya berlaku dari sampel yang diuji.
- Laboratorium tidak bertanggung jawab atas kerugian pada pihak ke tiga.
- Laporan hasil pengujian hanya diperbanyak secara utuh.

Kepala Laboratorium
 Energi dan Lingkungan

Dr. Ir. Susianto, DEA
 NIP. 19620820 198903 1 004

Koordinator Teknis

Vita Yuliana, S.Si
 NIP. 1990201822404

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Muhammad Dolimora Martadho L. Tobing. Lahir di Medan, 21 April 1995. Penulis menempuh Sekolah Dasar di SDIT Al-Hijrah Medan, Sekolah Menengah Pertama di Yayasan Pendidikan Shafiiyyatul Amaliyyah (YPSA) Medan dan Sekolah Menengah Atas di SMAN 1 Medan. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2013 dengan NRP 04211340000069. Pada saat menempuh masa studi, penulis menjabat menjadi ketua KASTRAT pada pengurusan 2015/2016 dan aktif dalam kegiatan Marine Icon periode 2016 dan melakukan kerja praktek di PT. Jasa Armada Indonesia dan PT. Biro Klasifikasi Indonesia Komersial Surabaya Proyek Supervisi Tugboat Pelindo III. Dalam masa studi, penulis bergabung dengan laboratorium Marine Power Plant (MPP) dan menyelesaikan masa studi selama 10 semester.

“Halaman Sengaja Dikosongkan”